



**FERNANDO
LOUREIRO ROLO**

**MELHORIA DE FLUXOS DE ABASTECIMENTO DAS
LINHAS DE MONTAGEM DE CAIXAS DE
VELOCIDADES NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL**



**FERNANDO
LOUREIRO ROLO**

**MELHORIA DE FLUXOS DE ABASTECIMENTO DAS
LINHAS DE MONTAGEM DE CAIXAS DE
VELOCIDADES NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira, Professor Associado com Agregação do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

“Believe and act as if it were impossible to fail”

– Charles F. Kettering

Dedicado aos meus pais, irmã, namorada e avó.

o júri

presidente

Prof. Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Pedro Sanches Amorim
professor auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira
professor associado com agregação da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Um especial agradecimento à minha família por todo o sacrifício, apoio e suporte demonstrado durante todo o meu percurso.

Ao Professor Carlos Ferreira pela disponibilidade e acompanhamento ao longo de todo o projeto.

Ao Eng.º Luís Vara e Eng^a Isabel Moreira por todos os conselhos e conhecimento partilhado, pelos desafios propostos e pela aprendizagem diária.

À equipa do progresso contínuo pela companhia e boa-disposição criada diariamente.

Aos colaboradores em terreno pelo empenho e motivação em ajudar.

À Flávia Guia e aos meus amigos pela motivação diária.

palavras-chave

agv, armazém logístico, desperdício, fluxo, melhoria contínua, *standard*.

resumo

O presente documento descreve uma análise focada na melhoria dos fluxos de abastecimento das linhas de montagem das caixas de velocidades numa fábrica da indústria automóvel.

O principal objetivo do projeto passou pela otimização da eficiência dos recursos logísticos necessários na fabricação das caixas de velocidades, desde o seu armazenamento até ao abastecimento em linha de montagem.

Para isso, diferentes metas tiveram que ser estabelecidas. Tornou-se essencial otimizar as rotas de abastecimento, padronizar o método de transporte dos produtos de origem externa, reduzir as situações de baixo índice ergonómico até atingir os 20%, melhorar os tempos de abastecimento e reduzir a sobrecarga de trabalho dos colaboradores. De uma forma geral tomou-se em atenção a redução dos desperdícios existentes.

Em complemento à análise mencionada, foi ainda estudada a implementação de sistemas de automatização de fluxos através de *automated guided vehicles* (AGV), por forma a substituir a atividade humana. Com a introdução deste sistema, será possível eliminar o transporte de cargas de elevado peso, diminuindo as manipulações neste processo a executar pelo operador. Após todas as implementações efetuadas recolheram-se os resultados e alcançaram-se os objetivos delineados.

keywords

agv, logistics warehouse, waste, flow, continuous improvement, standard.

abstract

The actual document describes an analysis focused on the improving of the supply flows in the gearbox assembly lines at a factory in the automobile industry.

The main goal of the project is the optimization of the logistics resources needed in the gearbox assembly lines, from the warehouse to the assembly line. Thus, different goals needed to be established. It was required to optimize the supply routes, standardize the transportation method of external origin products, reduce the situations of low ergonomics level down to 20%, improve the supply times and minimize the collaborator work overload. In general, it was needed to reduce the existing wastes.

In complement to the analysis mentioned, it was also studied the implementation of an automatic flow system using automated guided vehicles (AGV) to replace the human activities. With the introduction of this system, it will be possible to eliminate the transportation of high weight materials, reducing the total manipulation in this process by the operator.

After all implementations, results were collected and the established goals were reached.

Índice

1.	Introdução	1
1.1.	Motivação, contextualização e objetivos do projeto	2
1.2.	Metodologia	3
1.3.	Estrutura	4
2.	Enquadramento teórico	5
2.1.	<i>Lean manufacturing</i>	5
2.1.1.	Princípios <i>lean</i>	5
2.1.2.	Filosofia <i>just in time</i>	7
2.1.3.	Valor das atividades	7
2.1.4.	Os três M's	8
2.1.5.	Os desperdícios <i>lean</i>	9
2.1.6.	Gestão visual	11
2.1.7.	<i>Standard work</i>	12
2.2.	Métodos de recolha e análise de dados	13
2.2.1.	Análise ABC	13
2.2.2.	Ciclo PDCA	14
2.2.3.	<i>Spaghetti diagram</i>	15
2.2.4.	<i>Travelling salesman problem</i>	16
2.2.5.	<i>Waste walk</i>	16
2.3.	Logística industrial	16
2.3.1.	Supermercado	17
2.3.2.	<i>Mizusumashi</i>	18
2.3.3.	Indústria 4.0	18
2.3.4.	<i>Automated guided vehicle</i>	19
2.4.	Ergonomia	20
2.4.1.	<i>Karakuri</i>	21
3.	Caracterização do desafio	23
3.1.	Indústria automóvel	23
3.2.	Renault	23
3.2.1.	Estrutura organizacional da empresa	25
3.2.2.	Departamento de logística industrial	25
3.2.3.	Processo de fabricação das caixas de velocidades	26
3.2.4.	Aprovisionamento de embalagens	26
3.2.5.	Meios de movimentação	28
4.	Desenvolvimento do projeto	29
4.1.	Definição do setor em estudo	29
4.2.	Logística Industrial	30
4.2.1.	Abastecimento das linhas de montagem	31
4.2.2.	Ergonomia no DLI	35

4.2.3.	<i>Picking</i> AT5.....	37
4.3.	Melhorias	38
4.3.1.	<i>Tournées</i> de abastecimento	38
4.3.2.	Armazém	53
4.3.3.	Quadro de gestão visual.....	55
4.3.4.	Rotas de abastecimento	56
4.3.5.	Plano das voltas dos POE's	58
4.3.6.	Operação <i>picking</i>	59
5.	Resultados	67
6.	Conclusões.....	71
6.1.	Crítica sobre os resultados obtidos	71
6.2.	Sugestões para trabalhos futuros	72
6.3.	Apreciação final	73
	Bibliografia	75
	Anexos.....	81

Índice de Figuras

Figura 1- Fases do pensamento <i>lean</i> .	6
Figura 2- Desperdícios na utilização de recursos <i>adaptado de</i> (Lean Institute, 2014).	9
Figura 3- Ciclo PDCA <i>adaptado de</i> (Opleidingen, 2016).	14
Figura 4- Logotipo Renault <i>adaptado de</i> (Renault, 2017).	23
Figura 5- Exemplos de pequenas embalagens.	27
Figura 6- Exemplo de grande embalagem da CACIA.	27
Figura 7- Meios de movimentação da unidade fabril	28
Figura 8- Valor de vendas na CACIA.	29
Figura 9- Atividades logísticas de suporte às linhas de montagem das CV.	30
Figura 10- Postos de abastecimento nas linhas de montagem 2 e 3.	32
Figura 11- Estado inicial dos abastecimentos de BR.	33
Figura 12- Duração das voltas de abastecimento.	34
Figura 13- Aprovisionamento de PE, <i>adaptado de</i> (The Renault Groupe, 2007).	35
Figura 14- Estado ergonómico inicial do armazém logístico.	36
Figura 15- Estado ergonómico inicial no abastecimento de PE em BR.	36
Figura 16- Estado inicial <i>picking/kitting</i> .	37
Figura 17- Trajeto T10.	40
Figura 18- Taxa inicial ergonómica e temporal para as atividades relativas à T10.	40
Figura 19- Ciclo PDCA para melhoria ergonómica, <i>imagem adaptada de</i> (Opleidingen, 2016).	41
Figura 20- Estado ergonómico T10 inicial/final.	42
Figura 21- Comparação de durações da T10 antes e após as alterações.	43
Figura 22- Ciclo PDCA para a T10.	43
Figura 23- Estado inicial de ergonomia e duração da T14.	44
Figura 24- Comparação do nível ergonómico da T14 antes e após as alterações.	45
Figura 25- Comparação de durações da T14 antes e após as alterações.	45
Figura 26- Trajeto T16.	46
Figura 27- Taxa inicial ergonómica e temporal da T16.	47
Figura 28- Comparação do nível ergonómico da T16 antes e após as alterações.	47
Figura 29- Durações das atividades da T16 antes e após as alterações.	48
Figura 30- Estado inicial ergonomia das <i>tournées</i> 29 e 291.	49
Figura 31- Estado inicial dos tempos de atividade das <i>tournées</i> 29 e 291.	49
Figura 32- Nível ergonómico do aprovisionamento dos componentes nas <i>tournées</i> 29 e 291 antes e após as alterações.	50
Figura 33- Durações das atividades das T29+291 antes e após as alterações.	50
Figura 34- Taxa inicial ergonómica e temporal para as atividades relativas à T51.	52
Figura 35- Estado ergonómico atual e durações das atividades da T51 antes e após alterações.	53
Figura 36- Estado inicial de ergonomia nos supermercados.	54
Figura 37- Estado atual do índice ergonómico nos supermercados logísticos.	55

Figura 38- Diagrama de <i>Spaghetti</i> para o movimento do operador no transporte das <i>tournées</i>	57
Figura 39- Exemplo de informação providenciada pelo novo plano.	58
Figura 40- Novo horário da 1ª equipa logística.	59
Figura 41- Diagrama manipulações <i>picking/kitting</i>	60
Figura 42- Diagrama manipulações <i>picking/kitting</i> após mudança de <i>layout</i>	62
Figura 43- Comparação estado ergonomia antes vs atual.	67
Figura 44- Tempo de atividade: estado inicial vs estado atual.	68

Índice de Tabelas

Tabela 1- <i>Waste Walk Sheet: Picking</i>	61
Tabela 2- Quantificação de AGV's para o <i>picking</i> POU.....	62
Tabela 3- Tempo de ciclo de uma peça durante o <i>picking/kitting</i> tempo em segundos.....	63
Tabela 4- Amostras de tempos das tarefas do <i>picking</i> POI Cleon (tempo em minutos).....	64
Tabela 5- Quantificação de AGV's para o <i>picking</i> POI Cleon.....	65

Índice de Equações

Equação 1- Fórmula <i>takt time</i>	12
Equação 2- Fórmula da média aritmética.....	32

Lista de Acrónimos

AGV	<i>Automated Guided Vehicle</i>
APW	<i>Alliance Production Way</i>
AT	<i>Atelier</i>
BR	Base Rolante
BVA	<i>Business Value Added</i>
CACIA	Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel
CM	Componentes Mecânicos
CPL	Centro de Produção Logística
CV	Caixas de Velocidades
DLI	Departamento de Logística Industrial
FIFO	<i>First in First out</i>
GE	Grande Embalagem
JIT	<i>Just in Time</i>
MQA	<i>Matrix Quality Assurance</i>
NOK	Não conforme
NVA	Não Valor Acrescentado
OF	Ordem de Fabrico
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PE	Pequena Embalagem
POE	Produto de Origem Externa
POI	Produto de Origem Interna (Groupe Renault)
POU	Produto de Origem <i>Usinage</i> (CACIA)
PVS	<i>Packaging Visibility System</i>
T	<i>Tournées</i>
TGP	<i>Técnico de Gestão de Produção</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
UC	<i>Unité de Conditionnement</i>
UET	Unidade Elementar de Trabalho
UM	<i>Unité de Manutention</i>
VA	Valor Acrescentado
WIP	<i>Work in Progress</i>

1. Introdução

As elevadas exigências de um mercado cada vez mais competitivo têm levado muitas empresas a uma constante procura pela melhoria dos seus processos e da qualidade do seu produto, assim como por motivar a diferenciação através de estratégias 'otimizadas', de maneira a se tornarem ideais e com zero desperdícios nas diversas etapas. Para as empresas manterem esta competitividade é necessário que estejam focadas num ajustamento contínuo e em melhorar os seus sistemas de produção.

Sendo o Groupe Renault uma das maiores empresas inserida neste contexto de crescente competitividade e globalização, visa manter-se na vanguarda do mercado, procurando diariamente diferenciar-se das restantes desta indústria com a melhoria de eficiência e qualidade dos seus processos e produtos.

A Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel (CACIA) é uma das fábricas constituintes da Renault, um dos maiores produtores de veículos a nível mundial e compete com as restantes unidades do grupo dispersas pelo mundo. Deste modo, a organização foca-se na diferenciação, melhorando progressivamente todos os processos dos diversos departamentos organizacionais internos. Atualmente, esta unidade industrial produz dois tipos de caixas de velocidades, JR e ND, e diversos componentes mecânicos para motores. A totalidade dos produtos finais destina-se a fábricas Renault e Nissan de todo o mundo, de mecânica e montagem de veículos.

O fluxo interno dos componentes de fabricação é um dos processos com maior relevância para o correto funcionamento da fábrica. O departamento de logística industrial (DLI) encarrega-se de assegurar que o fluxo se mantenha contínuo e sem anomalias. Trata dos produtos desde a sua chegada a Cacia, passando pelo armazenamento, até à sua consequente expedição. Este *atelier* procura constantemente soluções de melhoria por forma a satisfazer os seus clientes, garantindo a qualidade dos processos.

Satisfazer o abastecimento interno não é suficiente para que não ocorram paragens de produção, necessita-se também de uma maior preocupação com os colaboradores. A preocupação com o bem-estar dos colaboradores torna-se fulcral para o seu aumento motivacional e consequente melhoria de desempenho. No departamento em causa, existem operações causadoras de desconforto para os operadores, tanto pelo seu índice ergonómico não conforme com o estipulado pela fábrica (NOK) como pela sobrecarga que o posto acarreta.

O projeto apresentado desenvolveu-se no âmbito do Mestrado Integrado de Engenharia e Gestão Industrial na Universidade de Aveiro e integrou a área de progresso logístico da Renault Cacia. O documento foca-se na otimização do rendimento e eficiência dos recursos, mais propriamente, na melhoria dos fluxos dos recursos logísticos relacionados com os produtos integrantes na montagem de caixas de velocidades da unidade fabril, desde o seu armazenamento logístico até ao abastecimento nas linhas de montagem, incluindo alterações de sistemas de *stock* intermédio. Passa também por melhorar as condições de trabalho dos colaboradores do departamento. A melhoria destes índices visa garantir um aumento motivacional

e da segurança por parte dos operadores e consequente *performance*. Deste modo, o planeamento das atividades de suporte à produção é importante para que a movimentação e o abastecimento de componentes sejam realizados atempadamente e sem riscos.

1.1. Motivação, contextualização e objetivos do projeto

Num mundo organizacional cada vez mais focado no rendimento dos processos empresariais, existem diversos aspetos onde, com simples alterações, o nível do desempenho se altera significativamente. Mão-de-obra, tempo, espaço e material são recursos que necessitam constantemente de ser otimizados para se beneficiar de todo o seu potencial.

Face ao atual princípio máximo da empresa “segurança é prioridade” implementar-se-ão medidas que assegurem um cuidadoso funcionamento dos fluxos de operações. Juntamente a este ideal, a Renault, por estar presente num mercado muito competitivo, sente a necessidade de se focar na melhoria contínua e retirar o maior proveito dos seus recursos.

Deste modo, este projeto surge com foco na melhoria de indicadores, na garantia da segurança nos postos de trabalho, redução de desperdícios, melhoria da gestão visual e organização da área de trabalho. Resumindo, os pontos a focar são:

- Diversos indicadores no departamento de logística industrial careciam de melhorias, devido a atrasos e problemas que se originam em toda a cadeia de valor.
- A quantidade de problemas físicos devido à falta de segurança nos postos de trabalho foi a principal preocupação do departamento, que trabalha continuamente para adaptar os postos de trabalho a todos os colaboradores, por forma a providenciar conforto nas operações.
- O foco constante na redução de desperdícios também consta nas prioridades da fábrica. Pretende-se que se garanta a total fiabilidade das entregas dos produtos às linhas de montagem, nos tempos estabelecidos e na quantidade requerida.
- O aumento dos níveis motivacionais gera melhorias de desempenho e respetiva eficiência dos colaboradores. A empresa pretende que se exerça o mínimo esforço possível nas atividades, sendo importante uma organização do espaço de trabalho para garantir essa necessidade.

Face aos problemas ergonómicos ocorrentes em certos postos de trabalho, a alteração do processo de abastecimento das linhas foi uma das medidas para colmatar as dificuldades. Simultaneamente a esta melhoria da qualidade de trabalho do operador, o libertar da sua carga diária torna-se essencial para este se manter saudável, e a redução das durações das suas

atividades engloba-se também nos focos a atingir. Toda a investigação a realizar pretende que se alcancem determinados objetivos com a aplicação de ferramentas *lean* em terreno industrial. Em contexto prático surgem questões de investigação que se pretendem responder:

- A aplicação do ciclo *plan, do, check, act* (PDCA) reduzirá as situações de baixo índice de ergonomia nos abastecimentos à linha, com meta à obtenção de 80% de embalagens transportadas a um nível conforme o indicado pela segurança da fábrica?
- A alteração das “voltas” de abastecimento e do método de transporte garante a redução do tempo de atividade do operador, reduzindo a sua sobrecarga e libertando-o para outras funções?
- O diagrama de *spaghetti* e o *travelling salesman problem* garantem uma otimização das rotas de abastecimento?
- A implementação de autómatos, recorrendo ao conceito de indústria 4.0 adiciona valor aos processos da fábrica?

O presente estudo de caso pretende mostrar que a aplicação de ferramentas *lean* contribui para a otimização de processos de uma unidade integrante da indústria automóvel.

1.2. Metodologia

Kumar (2018) define metodologia como uma estratégia ou plano de ação que proporciona a escolha e utilização de determinados métodos, envolvendo a sua seleção e utilização com fim aos resultados a obter.

Numa fase de planeamento e identificação da necessidade da logística industrial da fábrica para se abordar em projeto, a realização de uma análise ABC relativa ao valor dos produtos expedidos foi executada para uma identificação do setor a focar. Complementando esta análise, observar os fluxos de materiais, realizar *waste walks* e concretizar sessões de *brainstorming* tornaram-se essenciais para a identificação de oportunidades de melhoria e definição dos objetivos a alcançar.

Seguidamente, na fase de experiências e implementações em terreno fabril, um plano de ações clarificou o modo de coordenação entre atividades. Inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica baseada em vários artigos científicos resultantes da contribuição da investigação de vários autores, por forma a adquirir conhecimentos e potenciar sucesso nos resultados. Aplicaram-se ciclos PDCA para se solucionarem os problemas ergonómicos e de sobrecarga dos colaboradores e, seguidamente, também com o propósito de redução da duração de operações, realizou-se uma tentativa de otimização de rotas, com auxílio da ferramenta *lean* diagrama de *spaghetti* e do *travelling salesman problem*. No que respeita à proposta de implementação de sistemas *automated guided vehicles*, existiu necessidade de se determinar o número de veículos para satisfazer todas as atividades integrantes do processo, a rota, capacidade a transportar e velocidade de movimentação.

Numa etapa de verificação dos resultados obtidos, a medição e análise das amostras proporcionaram termos de comparação entre a fase embrionária do projeto e os objetivos propostos com a resultante das implementações realizadas.

Após a aprovação das implementações aplicadas devem-se realizar padronizações dos processos e controlo dos mesmos, de modo a garantir a sua melhoria progressiva e eliminação de falhas.

Finalizados os *standards*, a organização do armazém logístico garantiu que todos os produtos em armazém estivessem devidamente identificados e se alocassem na localização mais favorável ao seu abastecimento em estante rolante, facilitando a tarefa do operador.

1.3. Estrutura

O documento está organizado em seis capítulos, cujos conteúdos se encontram referidos em seguida:

Capítulo 1 – No primeiro capítulo está apresentada uma breve introdução, contextualização da necessidade da empresa, os objetivos a atingir, a metodologia para o desenvolvimento do projeto e a estrutura do documento;

Capítulo 2 – Expõe a revisão da literatura das temáticas abordadas ao longo do documento. Neste capítulo insere-se a informação que suporta as tomadas de decisões e a teoria utilizada durante o projeto;

Capítulo 3 – Relata uma breve apresentação da empresa onde o projeto se desenvolveu, os seus produtos e respetivos processos de fabricação/montagem, assim como informações relativas ao projeto realizado e respetivo desafio;

Capítulo 4 – Neste capítulo é analisado e caracterizado o estado inicial da logística industrial da empresa, tal como o desenvolvimento do projeto com as diversas alterações e implementações;

Capítulo 5 – No tópico 5 relatam-se e analisam-se os resultados das implementações no meio fabril;

Capítulo 6 – No último capítulo relata-se uma síntese das conclusões obtidas ao longo do projeto e o respetivo cumprimento dos objetivos propostos de início. Também são apresentadas sugestões para possíveis desenvolvimentos a executar no futuro.

2. Enquadramento teórico

Este capítulo introduz a literatura abordada durante a realização do projeto, por forma a adquirir conhecimento sobre a origem, o significado e onde e quando se aplica cada elemento.

2.1. *Lean manufacturing*

Com a evolução da indústria automóvel e o consequente emergir da competitividade, as empresas começaram a ter uma maior preocupação com os seus gastos, focando-se em extrair o máximo proveito dos seus recursos (Zammori, Braglia, & Castellano, 2016). Para isto, foi necessária uma inovação de processos e uma consciencialização pelos colaboradores na redução das atividades de valor não acrescentado e aumento da rentabilidade global da empresa.

A perspetiva de melhoria contínua no aproveitamento dos recursos e consequente eliminação dos desperdícios foi introduzida pelo *Toyota Production System* (TPS), também designado de *lean thinking*, liderada por Taiichi Ohno da Toyota Motor Company. O TPS procura remover qualquer tipo de desperdício no sistema produtivo, tendo sempre em mente a filosofia de melhorar constantemente os seus processos, trabalhando diretamente no *gemba* para conceber uma melhor perspetiva da realidade das atividades e encontrar possíveis oportunidades de melhoria. Esta metodologia centra-se em dois grandes pilares denominados por *just in time* (JIT) e *jidoka* (Jones & Ballé, 2016; Jasti & Kodali, 2015).

2.1.1. Princípios *lean*

Na atual era de globalização dos mercados, uma organização encontra-se concentrada na melhoria das suas dimensões competitivas. Os consumidores tornaram-se mais exigentes nas suas compras, requerendo entregas ágeis de produtos conformes, fabricados eficientemente e as organizações necessitam de adaptar os seus processos para corresponder às exigências do seu cliente (Vadhvani & Bhatt, 2017).

Para Nightingale (2005) e Bilagi & Vasanthakumara (2017) a ideia central dos princípios *lean* consiste na maximização do valor do produto/serviço para o cliente, de modo a satisfazer este e motivá-lo a uma compra futura. O objetivo final encontra-se no alcance do valor perfeito para o consumidor através de um processo com o mínimo custo. Para o atingir, o pensamento *lean* foca-se na otimização do fluxo dos produtos ou serviços (Nightingale, 2005).

As cinco fases para a obtenção de um processo sem desperdícios apresentam-se de seguida (figura 1):

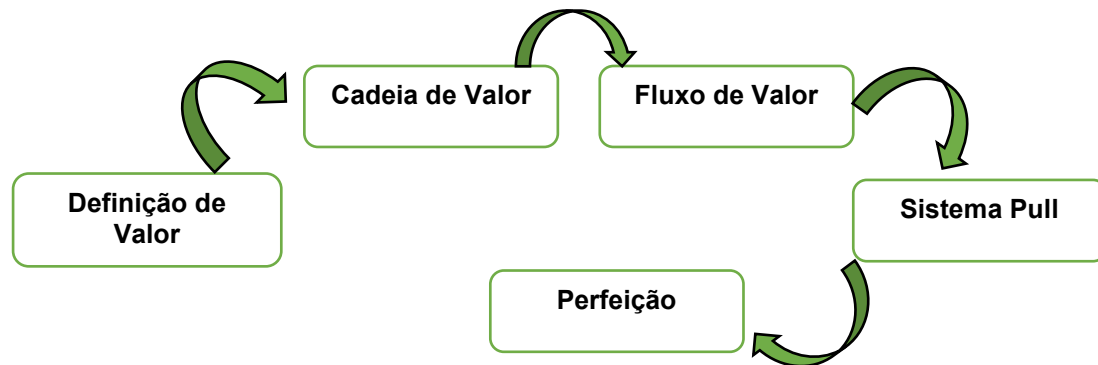


Figura 1- Fases do pensamento *lean*.

Valor – o ponto crítico inicial na metodologia do “*lean thinking*” centra-se na especificação do valor do produto para a empresa. Este é criado pelo produtor e definido pelo cliente e está associado às necessidades deste. São essas necessidades que definem a tomada de decisão na aquisição do produto. Quanto maior o valor criado para o cliente, maior será a sua satisfação (Womack & Jones, 2003). De um modo geral, este princípio abrange o que o cliente está disposto a pagar.

Cadeia de valor – define o processo que cada produto/serviço necessita de passar até à sua finalização (Womack & Jones, 2003). Este princípio refere-se ao mapeamento de todas as ações requeridas para a produção de um produto específico (Nightingale, 2005).

Fluxo – percorre toda a cadeia de valor e pretende-se que seja sempre contínuo. Pode referir-se ao curso de pessoas, de matéria, de informação ou até de capital (Womack & Jones, 2003). Nesta fase eliminam-se as atividades que sejam desperdício, de modo a serem apenas realizadas tarefas que acrescentem valor para a empresa.

Sistema Pull – serviços criados por solicitação do cliente. Aqui aplica-se o conceito JIT, existindo produção ao momento e nas quantidades requeridas, permitindo que não haja excesso de produção e se reduza a quantidade de inventário em armazém (Womack & Jones, 2003; Zammori et al., 2016).

Perfeição – as organizações focam-se em obter um sistema com zero defeitos. Estas procuram que cada atividade se aproxime do máximo valor de utilidade, com puro proveito para o consumidor, em que não exista desperdício. Para tal acontecer, são necessárias constantes análises aos processos de produção durante todo o fluxo (Nightingale, 2005).

2.1.2. Filosofia *just in time*

A reavaliação dos métodos de negócio e o foco no progresso contínuo dos processos tornaram-se vitais para as empresas se manterem competitivas no mercado atual (Fullerton & McWatters, 2001). A indústria automóvel é uma das mais focadas na constante melhoria dos processos, procurando eliminar as atividades sem valor acrescentado. Este desenvolvimento segue-se devido às tendências em satisfazer as necessidades individuais dos clientes, reduzir os ciclos de entrega e aumentar os planeamentos (Battini, Boysen, & Emde, 2013). Neste contexto surge a filosofia *just in time*, originada por Taiichi Ohno.

O JIT consiste num sistema de produção com metodologias aplicadas para enaltecer a competitividade entre empresas através da gestão do inventário e redução de *lead time* (Xu & Chen, 2016). Determina a necessidade a ser produzida, transportada ou comprada, no instante e quantidade planeados, alcançando um fluxo contínuo em fábrica (Yin, Cheng, Cheng, Wang, & Wu, 2016). Entende-se por *lead time* o intervalo de tempo entre a ordem de encomenda/pedido até à chegada efetiva do produto/serviço em questão ao cliente (Kadric, Bajric, & Pasic, 2017; Nguyen & Wright, 2015).

Esta filosofia impulsiona à redução de custos e, simultaneamente, permite uma grande flexibilidade para conhecer as necessidades dos clientes. Inclui também uma maior qualidade na produção, menor nível de inventário, melhoria de fluxos de atividade e consequente redução do tempo de resposta a pedidos (Ballé, 2005; Fullerton & McWatters, 2001).

2.1.3. Valor das atividades

Existem diversas atividades dentro do fluxo das organizações e é relevante serem identificadas quais adicionam valor à empresa e as que são dispensáveis. Estas tarefas podem identificar-se como de valor acrescentado, sem valor agregado e sem valor, mas necessárias à organização.

Atividades de valor acrescentado (VA) – segundo Liker (2004) estas representam as atividades que realmente acrescentam valor para o cliente. Transformam o material/informação e são tarefas que o cliente está disposto a pagar.

Atividades sem valor acrescentado (NVA) – consomem recursos, mas não criam qualquer valor na visão do cliente; consideram-se puro desperdício para a empresa (Nightingale, 2005).

Atividades sem valor acrescentado, mas necessárias (BVA) – atividades que não adicionam qualquer valor, mas que não se podem eliminar pois são necessárias e requeridas legalmente. Dentro deste tipo de atividades encontram-se as inspeções, sistemas de controlo, auditorias, documentações, entre outras mais ligadas a questões burocráticas (Nightingale, 2005; Liker, 2004).

2.1.4. Os três M's

Os gestores e colaboradores da Toyota utilizam o termo *muda* quando se referem a desperdício, e eliminá-lo surge como foco na maioria das empresas. No entanto, existem outros dois conceitos importantes na filosofia *lean*, que juntamente com o *muda*, descrevem práticas que geram desperdício na utilização dos recursos. Esses termos denominam-se por *muri* e *mura* e o livro *Toyota Way* (2004) refere-se à “eliminação de *muda*, *muri* e *mura*” para se alcançar um aumento da eficiência nas fábricas (Liker, 2004).

- **Muda** – valor não acrescentado. Conceito de entre os M's com maior popularidade e relacionado com os oito desperdícios *lean* (Nightingale, 2005). Estes tipos de atividades prolongam o *lead time* dos processos e, respetivamente, os custos associados para a empresa.
- **Mura** – irregularidade. Este conceito refere-se à variação e falta de balanceamento dos recursos existentes. Muitas vezes designa-se como desigualdade e ocorre sempre que acontece uma interrupção no fluxo de materiais ou informações. Masaaki Imai (2012), no livro *Gemba Kaizen*, define *mura* como “irregularidade ou variabilidade”. Contrariamente ao *muda*, o *mura* necessita de uma análise mais aprofundada seguindo a regra de “*genchi genbutsu*”, ir ao ‘*gemba*’ (Southworth, 2010; Nightingale, 2005).
- **Muri** – sobrecarga de pessoas ou equipamento. Isto sucede quando os recursos estão sobrecarregados, ou seja, quando a carga é superior à capacidade máxima do recurso (Southworth, 2010; Lorenzi, Myers, & Dehaven, 2016).

De seguida apresentam-se esquematicamente as três formas de desperdício, realçando-se as diferenças entre elas (figura 2).

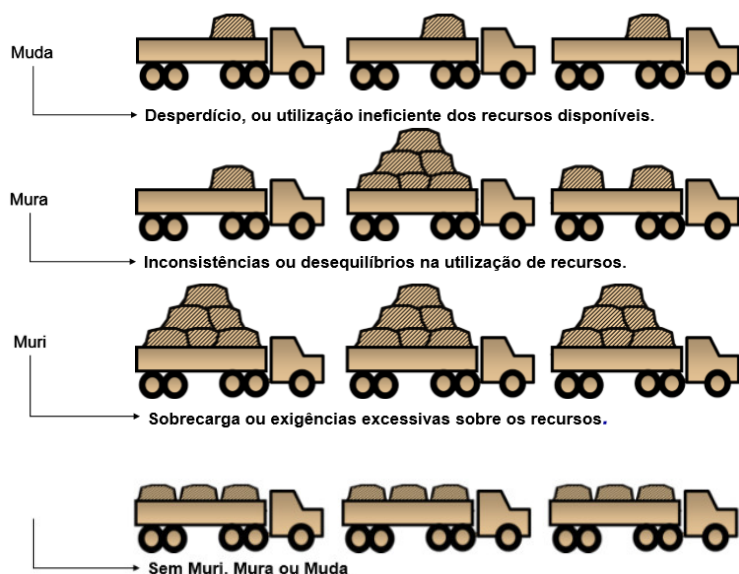


Figura 2- Desperdícios na utilização de recursos *adaptado de* (Lean Institute, 2014).

O grande objetivo *lean* consiste na eliminação de desperdício e a correta aplicação desta filosofia tende a originar resultados positivos para as organizações. Ao se focar na eliminação de *muda*, o inventário começa a diminuir no sistema. De seguida, organizam-se os postos de trabalho, para eliminar movimentações não necessárias e, por fim, na observação e análise do *muri* serão reduzidos os números de pessoas no sistema e aumenta-se o consequente lucro financeiro.

2.1.5. Os desperdícios *lean*

Tal como o pensamento *lean* propõe, as indústrias ao reduzirem ou eliminarem *muda* estão a desenvolver, sustentar e melhorar os seus processos e custos. Com isto, o principal objetivo do *lean manufacturing* passa pelo combate aos desperdícios que ocorrem na produção (Womack, Jones, & Roos, 1990). James Womack e Daniel Jones classificam as tarefas em três tipos: atividades que adicionam valor ao produto/serviço; atividades que não adicionam qualquer valor aos produtos mas são necessárias para a atual produção "*muda* tipo 1"; e atividades que não adicionam valor e são desnecessárias "*muda* tipo 2" (Womack et al., 1990).

Os desperdícios podem assumir diferentes formas, podendo estar localizados em qualquer fase de processamento do produto, em entradas ou em saídas desnecessárias. Podem também ser observados na forma de material, inventário, documento, e outras atividades que não agreguem valor (Johansson & Osterman, 2017).

Taiichi Ohno (1988) identificou e categorizou os principais desperdícios encontrados em sistemas de produção em massa. Esses desperdícios são:

- **Defeitos**

Produtos fora do especificado que ocorrem por falhas nos processos e nas operações. Estes materiais defeituosos têm um trajeto diferente no fluxo normal, pois a peça ou se descarta ou sofre um retrabalho, o que aumenta o custo de produção associado. Uma técnica que pode ser utilizada para prevenção de defeitos passa pela utilização de métodos de controlo de qualidade, como o *poka-yoke* e o *andon* (Silveira, 2017).

- **Inventário**

Desperdício associado ao excesso de componentes armazenados, atingindo diretamente o capital da empresa, pois trata-se de 'dinheiro parado'. Segundo Madanhire e Mbohwa (2016), muitas vezes isso ocorre porque os fornecedores não conseguem efetuar a entrega no prazo estabelecido, ou o sistema de *stock* da empresa não corresponde à realidade em armazém.

- **Sobreprodução**

Considerado por muitos autores como o maior desperdício das empresas e principal responsável pela origem de todos os outros, refere-se à produção de informação ou material em excesso ou antecipadamente, que por sua vez vai gerar um excesso de material em inventário. Ocorre geralmente por falta de coordenação entre a venda e a produção (Silveira, 2017; Madanhire & Mbohwa, 2016; Nightingale, 2005).

- **Processos desnecessários**

Operações complexas que podem ser eliminadas sem originar variações no desempenho das atividades. Ocorrem muitas vezes quando máquinas e equipamentos são utilizados de maneira inadequada nas operações ou quando não há um planeamento bem formulado (Silveira, 2017). De modo a reduzir estas operações, a realização de ciclos PDCA origina melhorias nos processos e consequentes indicadores.

- **Espera**

O tempo de espera pode ser associado a materiais, pessoas, equipamentos ou informação. Este pode acontecer quando existem funcionários à espera por equipamentos, paragens de produção por falta de material, máquinas paradas durante a troca de matéria-prima ou da manutenção devida. Uma ferramenta que permite minimizar os tempos de espera é o sistema *kanban* (Madanhire & Mbohwa, 2016; Silveira, 2017).

- **Transporte de material**

Resultam na movimentação desnecessária de materiais ou produtos e na falta de planeamento, originando tempo excessivo na execução de atividades (Ohno, 1988). A

reformulação do *layout* da unidade pode ser um fator a considerar para reduzir este desperdício muito habitual em fábrica.

- **Movimentação de recursos**

Movimento excessivo de pessoas ou equipamentos, ações ou esforços prescindíveis. Muitas vezes, este excesso de movimentos forma-se pelo *layout* das fábricas e implementação de novas máquinas que alteram a rota dos recursos (Ohno, 1988). Assim como para o desperdício existente no transporte de produtos, a alteração da disposição do *layout* tende a reduzir a quantidade de circulação dos recursos.

- **Conhecimento/Talento**

O conhecimento do homem foi o último desperdício incluído, mas não deixa de ter o seu grau de importância. A falta de aproveitamento das capacidades mentais, criativas e físicas dos recursos humanos gera desperdício não visível diretamente para a empresa e para o colaborador, não se usufruindo das melhores capacidades e qualidades das pessoas (Henderson, 2007).

Estes são os desperdícios mais frequentes na indústria. Em suma, Southworth (2010) defende que o *muda* está presente em todos os processos, podendo conter irregularidades e inconsistências de recursos, *mura*, e contendo trabalhos incorretamente balanceados, *muri*. Com a minimização destas atividades, o fluxo tornar-se-á mais eficiente e os custos associados reduzem-se.

2.1.6. Gestão visual

Durante os últimos anos, diferentes técnicas e ferramentas têm sido desenvolvidas e implementadas para alcançar as metas *lean*, entre elas, a implementação de gestão visual (Bevilacqua, Ciarapica, Mazzuto, & Paciarotti, 2013). Esta ferramenta emergiu na área industrial como um sistema que, através da visualização, permite aos funcionários compreender com maior facilidade a sua função e contribuição em relação aos seus valores organizacionais e necessidades dos clientes (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015).

De acordo com Shimbun (1995) e Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2009), a gestão visual é um sistema que pretende gerir e criar uma condição útil de trabalho, de maneira a melhorar o desempenho da organização através de estímulos visuais. Estes estímulos ajudam a transmitir informações relevantes na empresa, tornando mais perceptível a informação em contexto. A gestão visual pretende criar condições para detetar de forma rápida a existência de erros, de maneira a eliminar *muda* e aumentar a produtividade para a empresa. Ao implementar uma gestão visual adequada ao posto, todos os colaboradores, ao longo do processo, se tornam capazes de gerir, melhorar, controlar e corrigir o correspondente procedimento (Bevilacqua et al., 2013).

As ferramentas de gestão visual formam parte da representação da informação das indústrias, executando a programação, projeção e classificação de prioridades (Steenkamp, Hagedorn-Hansen, & Oosthuizen, 2017).

Uma das ferramentas denomina-se de metodologia 5S que corresponde a cinco conceitos japoneses utilizados metodicamente com fim a atingir melhorias nos processos: *seiri* (triar), *seiton* (arrumar), *seiso* (limpar), *seiketsu* (normalizar) e *shitsuke* (sustentar) (Bititci, Cocca e Ates ; 2015). Segundo Bititci, Cocca e Ates (2015) esta temática representa um pilar para a criação de um posto visual, onde tudo se encontra visível para que toda a gente se sinta capaz de perceber rapidamente e sem esforço o que acontece.

Outra ferramenta muito aplicada em sistemas de melhoria contínua são os quadros dinâmicos de gestão visual. De acordo com Stephen Few (2006) estes quadros oferecem uma poderosa solução visual para as necessidades informativas das empresas. Segundo Bititci, Cocca e Ates (2016), os quadros têm um impacto positivo nas fábricas, pois os colaboradores sentem motivação em cumprir os objetivos estabelecidos e comprometem-se com eles.

2.1.7. *Standard work*

“Where there is no standard, there can be no kaizen”. Esta célebre expressão de Taiichi Ohno (1988) enfatiza a importância da existência de um padrão nas tarefas de uma empresa, para que ocorram melhorias.

Os *standards*, ou também designados por procedimentos de trabalho através de ajudas visuais, constituem a base para a manutenção da estabilidade de um processo numa organização.

Segundo Lu e Yang (2015), o trabalho *standard* é uma ferramenta *lean* que retém toda a melhoria alcançada até à data. Este documenta a sequência de processos de trabalho, movimentos e trabalho de máquina. De forma global, esta ferramenta contém as informações necessárias para que as pessoas consigam realizar de forma autónoma, repetida e consistente o trabalho destinado, livre de desperdícios.

O *standard work* consiste em aplicar procedimentos precisos para cada posto de trabalho e assenta em 3 elementos essenciais:

Takt time - taxa a que os produtos ou serviços necessitam de ser entregues para satisfazerem a procura interna ou externa; este valor deve ser normalizado, visível e repetitivo de maneira a interligar o Índice de saída do *output* com a taxa de compra dos clientes (Lu & Yang, 2015). Este valor *k* mede-se a partir da equação 1:

$$k = \frac{\text{tempo de trabalho disponível por turno/dia}}{\text{taxa de procura do cliente por turno/dia}} \quad (1)$$

Equação 1- Fórmula *takt time*.

Sequência de trabalho – determina a ordem a que cada colaborador opera as atividades, dentro do *takt time*;

Standard inventory - inclui o número de unidades por máquina/posto de trabalho requerido para a manutenção de um fluxo contínuo (Lin & Lee, 2001).

Processos padronizados permitem que as atividades possam completar-se consistentemente, no tempo determinado e repetidamente, de modo a reduzir a variabilidade e melhorar continuamente o processo do posto de trabalho (Monden, 1998). É uma ferramenta geralmente eficaz para a maioria dos casos de fabricação, independentemente do nível de automação inerente.

2.2. Métodos de recolha e análise de dados

Para uma recolha de dados e consequente análise adequada, adicionalmente aos métodos de cronometragem e medição de distâncias, foram revistos outros métodos e ferramentas apresentados de seguida.

2.2.1. Análise ABC

A grande maioria das empresas do ramo da indústria automóvel perspetivam economizar o máximo de recursos possíveis. Deste modo necessitam de manter os seus custos minimizados e as receitas elevadas (Kampf, Lorincová, Hitka, & Caha, 2016).

Por forma a controlarem eficientemente os produtos em inventário, existem diversas abordagens que classificam e dividem as existências em diferentes grupos (Ng, 2007). Uma dessas abordagens e das mais utilizadas em ambiente industrial denomina-se de análise ABC. Esta ferramenta permite às empresas controlar os seus custos e baseia-se no princípio de Pareto, 80/20 (Kampf et al., 2016; Ng, 2007). As ideias centrais desta análise são a gestão e avaliação de custos de acordo com as suas atividades, controlo dos produtos em inventário e também auxiliar na determinação de custos com o cumprimento de distribuição de rotas.

O objetivo principal desta análise visa fornecer informação detalhada para monitorizar a forma como os recursos são utilizados em fábrica, ao classificar o material inventariado em três grupos distintos: A, B e C; de acordo com a sua importância consoante o critério de medição em análise. Podem ser considerados como critérios o valor dos produtos, as quantidades necessárias a possuir em *stock*, frequência de consumo, o valor monetário anual para a empresa, etc. (Carvalho, 2010; Jamshidi & Jain, 2016; Kampf et al., 2016; Liu, Liao, Zhao, & Yang, 2016).

Os produtos com maior valor/procura para o estudo encontram-se na zona A e vão ser o principal foco em atenção. Deverão incluir-se nesta classe os artigos com elevado valor estratégico para a empresa (Jackova & Chadasova, 2011; Jamshidi & Jain, 2016). Na classe C representam-se os artigos com menor impacto valorativo. No grupo central, o B, encontram-se os produtos de grau intermédio, de importância entre a classe A e a C (Carvalho, 2010; Jamshidi & Jain, 2016). A classe A destina-se aproximadamente a 50% dos artigos, que representam cerca de 80% da faturação. A classe B corresponderá a 15% e a classe C aos restantes 5% dos proveitos (Carvalho, 2010).

2.2.2. Ciclo PDCA

A procura constante das organizações pelo alcance de processos perfeitos em termos de qualidade, manutenção e fiabilidade é uma das condições básicas para que estas mantenham o seu índice de competitividade elevado no mercado (Da Luz, Rodrigues, Santos, Serra, & Pinheiro, 2017). A gestão da qualidade total indica que a melhoria contínua dos processos designa-se como um aspeto vital para a *performance* das organizações e tem-se demonstrado por muitos anos como um fator muito importante para alcançar a excelência do negócio (Castillo, del C. Peral Ta Abarca, Cruz-Chávez, Cruz-Martínez, & Rangel, 2013).

Segundo Jagusiak-Kocik (2017), a melhoria contínua é um conjunto de ações repetidas que se aplicam para melhorar a capacidade de conhecer as necessidades dos processos. Esta é um dos oito princípios da gestão da qualidade.

O investigador americano William Edward Deming criou 14 princípios qualitativos que mais tarde se tornaram a base da filosofia da qualidade numa empresa e, conseqüentemente, denominou-se de ciclo de melhoria continua – PDCA (Jagusiak-kocik, 2017). Fernández e Ortega (2008) citaram que Deming considerou de elevada importância para uma organização a definição da sua estratégia para atingir uma meta, adotando uma filosofia onde os erros e defeitos não se aceitem e devam ser removidos.

O ciclo de Deming é um método qualitativo muito popular e também se denomina de roda de Deming, modelo PDCA ou ciclo de Shewhart (Borys, Milosz, & Plechawska-Wojcik, 2012). Este método aplica-se para um controlo eficaz e fiável das atividades de uma organização. O PDCA segue os princípios de iteração e separação de cada fase e constitui-se em quatro ações para controlar e melhorar processos de forma progressiva (Jagusiak-Kocik, 2017; Shoji & Kukobo, 2016). As fases passam por planejar, aplicar, verificar e agir (figura 3).



Figura 3- Ciclo PDCA adaptado de (Opleidingen, 2016).

Na fase de planeamento define-se e analisa-se o problema a solucionar e realiza-se a clarificação dos objetivos a atingir com a execução deste método. Estas metas podem surgir através de reclamações de clientes internos ou externos, na planificação de novos projetos, através de novos indicadores, erros nos processos, entre outros, onde se pretendem atingir melhores resultados (Borys et al., 2012; Garza-Reyes, Torres Romero, Govindan, Cherrafi, & Ramanathan, 2018; Jagusiak-Kocik, 2017; Shoji & Kukobo, 2016). Marta Jagusiak-Kocik (2017)

alerta para a utilização de certas ferramentas nesta fase inicial, como por exemplo os diagramas de Ishikawa, mapeamento de processos ou *brainstormings*.

Na fase de aplicação do planeado na etapa anterior, executa-se o plano de ação para se obter resultados. É também neste período que se procura o conhecimento e se formam os colaboradores e equipas para a execução das tarefas implementadas (Borys et al., 2012; Garza-Reyes et al., 2018; Shoji & Kukobo, 2016).

Finalizada a implementação do plano de ação devem-se realizar medições dos dados e analisar os mesmos e, seguidamente, comparar esses resultados alcançados com os propostos e validá-los (Borys et al., 2012; Garza-Reyes et al., 2018; Shoji & Kukobo, 2016).

O último passo do ciclo consiste na ação após os resultados obtidos. Caso os objetivos sejam atingidos aplica-se a padronização do processo proposto e consequente monitorização de atividades. Caso não se alcancem as metas planeadas, é necessário analisar as causas e tomar ações corretivas sobre os desvios dos resultados (Borys et al., 2012; Garza-Reyes et al., 2018; Shoji & Kukobo, 2016).

O ciclo de Deming utiliza-se também na resolução de problemas de qualidade e na idealização de novas soluções a implementar. O PDCA é extremamente versátil e pode-se executar com sucesso em qualquer tipo de negócio. Marta Jagusiak-Kocik (2017) cita que a “inteligência” alcançada desde a última fase se torna na base para um novo ciclo.

2.2.3. Spaghetti diagram

O diagrama de *spaghetti* é uma ferramenta poderosa utilizada para estudar os movimentos dos recursos e os seus desperdícios associados, a fim de os reduzir ou até alcançar a sua eliminação. Este modelo pode reduzir significativamente os custos associados à produção (Wilson, 2010).

Estes diagramas são representações visuais da unidade de trabalho ilustradas com sequências dos fluxos de informação, de componentes ou pessoas, com o objetivo de verificar os movimentos a realizar ou uma alteração de *layout* (Prasad, Kumar, & Jeevac, 2016; Bicheno & Holweg, 2008). Esta representação desenha-se para facilitar a identificação de oportunidades de melhoria e, transcreve-se normalmente em plantas de fábrica (Wilson, 2010).

De um modo geral, com a realização de diagramas de *spaghetti* pretende-se eliminar alguns desperdícios *lean*, melhorar a organização dos fluxos dos processos, eliminar o excesso de movimentações, reduzir defeitos, excluir processos excessivos, reduzir tempos de espera e transportes dentro da fábrica. Este estudo dos movimentos é essencial para descobrir o *takt time* ideal dos processos (Prasad et al., 2016; Tanco, Santos, Rodriguez, & Reich, 2013; Wilson, 2010).

2.2.4. Travelling salesman problem

O *travelling salesman problem*, também conhecido como o 'problema do caixeiro viajante', é um importante modelo de otimização combinatória, usado por exemplo na área de transportes ou em qualquer indústria que envolva distribuição interna ou externa de materiais (Alameen, Aljamal, & Damrah, 2016; Gouveia, Leitner, & Ruthmair, 2017).

Este problema consiste em determinar o caminho mais curto para completar as tarefas definidas numa rede, partindo e regressando ao mesmo ponto 'nodo', visitando todos os clientes uma vez, sem uma ordem pré-estabelecida (Carvalho, 2010; Bao, Liu, Yu, & Li, 2017; Alameen et al., 2016).

Para solucionar estes problemas existem dois tipos de métodos: os exatos e os heurísticos. Os métodos exatos analisam todas as alternativas combinatórias possíveis, otimizando as soluções, enquanto os heurísticos não encontram soluções ótimas, mas sim aproximadas (Carvalho, 2010).

Segundo Alamee (2016), com a resolução deste problema procura-se minimizar as distâncias/custos totais e melhorar o serviço de distribuição ao cliente.

2.2.5. Waste walk

Antes da resolução de um problema surge a necessidade de este ser analisado. Executar uma *waste walk* é uma forma de tornar os desperdícios dos processos visíveis. Este percurso designa-se como uma visita planeada onde decorre qualquer tipo de trabalho, para se dar a observação dos processos e procurar a existência de desperdício e, consequentemente, oportunidades de melhoria (Ontario, n.d.).

Na execução deste trajeto pode-se seguir um guião onde inicialmente se junta a equipa proposta para a realização da tarefa, a ida para o terreno para a deteção de desperdícios e de seguida analisar, juntamente com a equipa, a forma mais eficaz para minimizar as perdas identificadas, através da execução de planos de ação (*Lean Healthcare*, 2016).

2.3. Logística industrial

A logística define-se como a gestão dos canais de receção de produtos, a sua transformação e pós-produção, também denominada como a logística de abastecimento, interna e de distribuição (R., Krumwiede, & Vokurka, 2001).

Ao departamento de logística industrial das empresas está associada toda a gestão da cadeia de abastecimento, abrangendo o planeamento e a gestão de todas as atividades logísticas. Mentzer, Stank, & Esper (2008) afirmam que os domínios focados pela logística passam pela gestão dos transportes, gestão de armazenamento de inventário, gestão de pedidos e a procura de fornecedores e clientes.

Sendo este setor das empresas o principal responsável pela cadeia de valor interno, existe nele a constante procura por melhorias dos processos em cada atividade (Mentzer et al., 2008). A

aplicação do pensamento *lean* serve como um guia para a eliminação de desperdícios e criação de valor às atividades logísticas, melhorando a eficiência de todos os processos e reduzindo custos associados (Fan & Deng, 2016).

A implantação de supermercados e a utilização de comboios logísticos e de sistemas AGV possibilitam melhorias no fluxo na cadeia interna e, conseqüentemente, reduzem as atividades de valor não acrescentado.

2.3.1. Supermercado

Sendo a indústria automóvel uma referência a nível de engenharia e inovação, as empresas integrantes deste ramo procuram constantemente formas de se diferenciarem e melhorarem os seus processos, de modo a otimizá-los, reduzindo os seus custos. Com a gradual variedade de produtos, a necessidade de implementação de armazéns internos descentralizados torna-se maior neste tipo de organizações (Battini et al., 2013).

O termo denominado de supermercado é uma estratégia promissora, pois possui a capacidade de permitir uma maior flexibilidade das entregas, em menor quantidade e mais económicas (Emde & Boysen, 2012).

Este conceito vai ao encontro da filosofia JIT, com vista à obtenção do sincronismo entre o vendedor e o cliente interno. Um supermercado localiza-se numa área descentralizada que contém o material necessário para colocar nas linhas de montagem e, normalmente, apresenta-se nas proximidades destas zonas. Estes correspondem a localizações dedicadas e com organização espacial fixa onde armazenam pequenas quantidades de cada referência de material (Battini et al., 2013; Emde & Boysen, 2012).

Um supermercado compõe-se por estantes com diversas prateleiras, divididas em pequenos espaços que se preenchem com um determinado produto. Este deve considerar o número de componentes a suportar, o seu tipo, a posição dos sistemas de montagem, o equipamento de transporte interno e custos associados, a capacidade de carga, espaço disponível, custos de inventário e dimensionamento do *stock* de segurança (Battini et al., 2013).

Os principais objetivos desta implementação passam pela melhoria do fluxo de materiais, maior flexibilidade para possíveis imprevistos que ocorram com a variação da produção, entregas de menor quantidade, as quais implicam compartimentos de menor capacidade e o aumento da fiabilidade (Battini et al., 2013).

Este conceito combina o abastecimento descentralizado dos supermercados com *picking* e respetivo transporte com reboque, como por exemplo os AGV's ou os tratores logísticos.

2.3.2. Mizusumashi

O *mizusumashi*, também conhecido no mundo industrial como *milk-run* interno, utiliza-se com bastante frequência na indústria automóvel e baseia-se no cumprimento do *just in time*.

Este sistema fundamenta-se num método logístico em que o transportador se desloca desde uma área de armazenamento de inventário, num intervalo de tempo previamente planeado, até várias zonas de descarga nas linhas de fabrico, seguindo uma rota estabelecida pela logística interna (Bae, Evans, & Summers, 2016). Esse transportador carrega o material necessário, na quantidade pretendida, para abastecer o posto de bordo de linha, de maneira a evitar paragens de produção na linha por falta de peças (Nomura & Takakuwa, 2004).

Este sistema é importante no fluxo da produção porque tem características mais flexíveis que um sistema de abastecimento automático (Nomura & Takakuwa, 2004).

Os principais objetivos com o uso do *mizusumashi* relacionam-se com a aceleração do fluxo de materiais pela fábrica, melhorando a capacidade de resposta às necessidades, a nível dos custos para a empresa através da redução da quantidade de material em *stock* a abastecer por volta e, conseqüentemente, em armazém logístico, sendo as principais vantagens a redução de desperdícios e melhoria da qualidade do produto final (Du, Wang, & Lu, 2007).

2.3.3. Indústria 4.0

A atual competição presente no ambiente industrial impulsiona as empresas para uma constante evolução dos seus sistemas de produção e à adaptação ao mercado (Pedersen et al., 2016). A atual era digital é uma alavanca essencial para a competitividade entre produtos, no sentido de responder às expectativas de todos os colaboradores nos seus postos de trabalhos.

Desde o início da industrialização, os avanços tecnológicos conferiram mudanças de paradigmas provocadas pelo ser humano, denominadas de “revoluções industriais”. A primeira fase ficou conhecida como a era do início da mecanização dos bens materiais. As seguintes designaram-se respetivamente de fase da produção com o uso da eletricidade e por meio de tecnologias de informação (Lasi, Fettke, Kemper, Feld, & Hoffmann, 2014; Sachdeva, Obheroi, Srivastava, & Sk, 2017).

Face ao aumento das necessidades do consumidor, a digitalização e inteligência dos processos de produção tornaram-se imprescindíveis para o desenvolvimento industrial. Assim, o homem sentiu necessidade de comandar a 4ª revolução industrial liderada pela utilização de sistemas inteligentes e autónomos com nível de organização e controlo em toda a cadeia de valor do ciclo de vida dos produtos, a indústria 4.0 (Lasi et al., 2014; Sachdeva et al., 2017; Vaidya, Ambad, & Bhosle, 2018).

Segundo Lasi, Fettke, Kemper, Feld e Hoffmann (2014), a indústria 4.0 descreve-se como um projeto futuro com elevada aplicação que conduzirá à mudança devido a alterações da estrutura operativa. Estas desencadeiam mudanças sociais, económicas e políticas, como pequenos períodos de desenvolvimento, crescimento de flexibilidade, descentralização e melhoria da eficiência de recursos.

Para Lee e Yang (2014) a necessidade desta revolução assenta na conversão das máquinas regulares para inteligentes, de modo a elevar o seu valor, desempenho e gestão da manutenção com a interação envolvente. Kocsi e Oláh (2017) também alertam para a otimização dos processos de produção por meio de máquinas ligadas entre si, via sistemas de comunicação inteligentes. Um exemplo desta aplicação é a implementação de *robots*/autômatos capazes de identificar problemas nas origens das falhas, evitar atrasos e aumentar a precisão da operação.

Este processo global envolvente no novo pensamento industrial torna-se dispendioso para as empresas implementadoras, com os custos adicionais incorridos e a necessidade de trabalhadores e recursos dedicados ao controlo, verificação e manutenção de máquinas. Porém, se corretamente aplicados, são notórios os benefícios a médio-prazo, com a redução dos problemas inerentes aos processos (Sachdeva et al., 2017). Esta indústria promove um contexto de trabalho motivante, ergonómico e tecnologicamente agradável e foca-se no futuro das empresas.

2.3.4. *Automated guided vehicle*

Com a crescente preocupação das empresas com o bem-estar dos seus colaboradores, estas tiveram que tomar providências na redução dos esforços físicos de modo a assegurar a integridade física de todos. Uma das formas para reduzir estes esforços acumulados passa pela implementação de sistemas autónomos com capacidade para substituir os operadores em algumas das suas atividades, integrando o novo pensamento industrial associado à indústria 4.0 (Bechtsis, Tsolakis, Vlachos, & Iakovou, 2017; T. Ferreira & Grolach, 2016; Stewart, 2009).

O sistema de *automated guided vehicle*, AGV, bastante utilizado atualmente neste setor, principalmente na logística interna, é um dos sistemas autónomos aplicados, constituídos por *robots* programados que se movimentam sem qualquer auxílio de operadores da unidade fabril (Bechtsis et al., 2017; T. Ferreira & Grolach, 2016; Gosavi & Grasman, 2009; Kesen & Baykoç, 2007).

Este sistema executa diversas tarefas desde o transporte de cargas e transferência de qualquer tipo de material até ao armazenamento de produtos (T. Ferreira & Grolach, 2016; Kesen & Baykoç, 2007). Os veículos autónomos têm a capacidade de comunicar entre si, otimizar as suas rotas e podem ser integrados em qualquer tipo de ambiente fabril (T. P. Ferreira & Grolach, 2016).

As principais vantagens alcançadas com estes veículos são a precisão e segurança no modo de funcionamento, redução de tempos de execução de tarefas, padronização de rotas, eliminação de atividades sem valor acrescentado, padronização de processos, capacidade de funcionamento de 24 horas diárias, redução de ruídos, diminuição de custos de operação e sustentabilidade, em suma, passa pela otimização dos processos de produção (Bechtsis et al., 2017; T. P. Ferreira & Grolach, 2016; Stewart, 2009).

2.4. Ergonomia

O foco de todas as empresas rege-se na obtenção do máximo lucro utilizando o mínimo de recursos necessários de modo a garantir a qualidade de serviço ótima. Nesse sentido é essencial a preocupação pelas condições de trabalho de todos os colaboradores da fábrica, de maneira a se atingir uma ótima rentabilidade e motivação.

Atualmente, a maioria das funções dos armazéns fabris e das operações industriais aplicam atividades no domínio da manipulação dos materiais, implicando diversos esforços físicos (Stone, 2015). Os operadores dentro destas áreas industriais estão sujeitos a uma constante repetição de movimentos e, muitas vezes, este excesso de manipulações origina lesões (Andriolo, Battini, Persona, & Sgarbossa, 2016). Estas lesões causam quebras de rendimento e desmotivação por parte dos colaboradores. Este problema nunca será totalmente eliminado, mas tende a reduzir-se com a eliminação das causas-raiz. Relacionado com esta preocupação pelos fatores humanos está a cultura ergonómica, muito investigada nos últimos anos nesta indústria.

O conceito de ergonomia assenta “no conjunto de conhecimentos sobre o homem em atividade, necessários para conceber instalações, instrumentos, máquinas, dispositivos e sistemas onde ele possa trabalhar com o máximo de segurança, conforto e eficiência” (Wisner, 1987). A ergonomia refere-se às características humanas e como estas se relacionam com a atividade física (UFPR, 2009). Esta disciplina aborda diversas vertentes desde o ambiente de trabalho, ocupação e equipamento conectados com as capacidades e limitações humanas, aplicando teorias, princípios, dados e métodos com fim a otimizar o conforto e bem-estar do homem, em segurança e a garantir um correto desempenho global do sistema (Vink, Koningsveld, & Molenbroek, 2006; Dul & Neumann, 2009; Andriolo et al., 2016). Esta cultura influencia diversos fatores relacionados com a produtividade e segurança, como as capacidades dos colaboradores, avaliação, assistência, motivação e ambiente (Naseri & Razminia, 2017; Battini, Delorme, Dolgui, Persona, & Sgarbossa, 2015).

A ergonomia antropométrica foca-se no estudo dos movimentos e posturas assumidas pelo homem quando realiza as suas atividades e esta intervém no equilíbrio fisiológico ao analisar a adequação dos postos de trabalho com as condições ambientais, tipos de tarefa, ritmo de atividade, etc. (Ramos Batalha¹ et al., n.d.; Romelio & Añez, n.d.).

O desenvolvimento de produtos e postos mais ergonómicos permite às empresas diferenciarem-se da concorrência, pois os produtos por elas utilizados responderão melhor às necessidades do utilizador. Atualmente, a Renault tenta adaptar os diversos postos de trabalho a todos os colaboradores para não existirem “desigualdades”, consoante as capacidades das pessoas.

A execução de tarefas em posturas neutras, a diminuição da força excessiva exercida, a atividade realizada a uma altura adequada ao plano de trabalho, a redução de ações necessárias são alguns princípios estabelecidos para a correta ergonomia do homem (De Arruda & Gontijo, 2012).

Sucintamente, os objetivos práticos da ergonomia focam-se na eficiência e segurança do conjunto homem-máquina e ambiente, integradas com o bem-estar do colaborador.

Com a investigação sobre os temas importantes a abordar no projeto, permitiu-se aprofundar o conhecimento e estimular novas ideias para colocar em prática, com a aplicação de ferramentas e metodologias.

2.4.1. *Karakuri*

A manipulação de material é uma atividade delicada na maioria das indústrias, principalmente a nível de componentes frágeis e de grandes dimensões ou cargas (Katayama, Sawa, Hwang, Ishiwatari, & Hayashi, 2014).

O *karakuri* é um conceito proveniente do Japão que corresponde à utilização da criatividade para gerar uma ação, maioritariamente para auxiliar na manipulação de cargas. Esta metodologia está presente na gestão *lean* e é um método que ambiciona contribuir para o ambiente fabril com o aproveitamento dos fenómenos físicos naturais, como a ação da gravidade e vento, associados a mecanismos, por forma a eliminar a mão-de-obra humana em certos postos (Katayama et al., 2014; Rani, Saravanan, Agrewale, & Ashok, 2015).

Este método origina vantagens a nível de poupança de energia, diminuição do número de carregamentos, simplificação de operações, redução horária e automatização de processos. No entanto, a sua aplicação torna-se complicada na era atual, devido ao desenvolvimento das indústrias a nível tecnológico (Katayama et al., 2014).

3. Caracterização do desafio

Neste tópico realizou-se uma abordagem à indústria em foco ao longo de toda a dissertação, assim como uma breve apresentação e caracterização da empresa e do departamento em causa.

3.1. Indústria automóvel

Face ao elevado consumismo existente nos dias de hoje, o automóvel é considerado um dos bens de maior necessidade na rotina do homem, ao expandir a sua importância para diversos campos da filosofia humana.

Atualmente cerca de 450 empresas estão inseridas no ramo da indústria automóvel em Portugal, que empregam aproximadamente 56100 trabalhadores. Este setor constitui um pilar importante na economia do país, pois contribui fortemente para o produto interno bruto nacional. “O fabrico de componentes para automóveis é o setor mais representativo nesta indústria, ao gerar muita empregabilidade e ao exportar 84% da sua produção” (AICEP, 2016).

Na indústria automóvel as oportunidades são múltiplas e cada vez maiores. A estratégia atual das empresas do setor passa pela redução de custos, adaptação às novas regulamentações, gestão da capacidade de produção e gestão de inventários (PwC Portugal, 2017). É neste sentido que se insere este projeto, para uma melhoria da empresa de modo a obter uma melhor eficiência nos seus processos, e consequente redução de gastos.

3.2. Renault

Fundado a 24 de dezembro de 1898, o Groupe Renault é uma empresa mundialmente conhecida por fabricar e comercializar veículos. Um século depois da sua criação, o grupo tornou-se multimarca e assinala presença em todas as regiões do mundo.

Contando atualmente com mais de 122 000 colaboradores e detendo 37 fábricas de produção alocadas em 15 países dispersos pelo mundo, a Renault já vendeu mais de 3 milhões de viaturas em 128 países (Renault, 2017).



Figura 4- Logotipo Renault *adaptado de* (Renault, 2017).

Com o intuito de alcançar vantagens competitivas no mercado, de responder aos avanços tecnológicos e consolidar a sua internacionalização, a Renault está comprometida com uma mobilidade sustentável em soluções inovadoras; em 1999 o grupo reforçou as suas parcerias – Aliança Renault-Nissan, e iniciou uma cooperação com a AvtoVaz, Daimler e Mitsubishi; a empresa também beneficiou das gamas das suas três marcas: Renault, Dacia e Renault Samsung Motors (Renault, 2017).

Em 2000, a Renault juntamente com a construtora de automóveis Nissan fundiram-se e criaram o *Alliance Production Way* (APW), com o objetivo de aumentar a produtividade e consequentes exportações a nível mundial, combinando os sistemas de produção das duas marcas. Através das sinergias entre ambas as companhias, esta aliança conseguiu tornar-se no quarto maior grupo na indústria automóvel. Com o passar dos anos, a aliança foi-se expandindo para novos projetos e parceiros e, atualmente detém um total de nove marcas: Renault, Nissan, Renault Samsung, Infiniti, Venucia, Dacia, Datsun, Lada e, mais recentemente, a Mitsubishi (Jornal das Oficinas, 2014; Renault-Nissan, 2017).

A Renault Cacia S.A. foi fundada em 1981 e tem sede na zona industrial de Aveiro. A fábrica produz componentes para veículos particulares abrangendo diferentes modelos da gama Renault, Dacia, Nissan, Daimler e AvtoVaz, de entre os quais caixas de velocidades do tipo JR e ND e componentes mecânicos para motores. A totalidade dos produtos destina-se a fábricas Renault e Nissan de mecânica e de montagem de veículos.

Até 2017 geraram-se na empresa portuguesa mais de 9 000 000 de caixas de velocidades e 37 000 000 de bombas de óleo, o componente mais representativo em fábrica.

As instalações da Renault Cacia ocupam uma área total de 300 000 m², dos quais 70 000 m² são cobertos, combinando uma ótima operacionalidade pelo seu *layout* geral da fábrica, que permite uma enorme facilidade de esquematização de fluxos, de pessoas e equipamentos (Renault-Cacia, 2017).

O Groupe Renault desenvolve veículos que visam responder às necessidades do cliente e à procura do mercado. Cada fábrica Renault foca-se na produção de um ou vários componentes constituintes de um veículo, sendo a de Cacia uma das fabricantes de caixas de velocidade no grupo. A caixa de velocidades é considerada um produto estratégico para a empresa, pois representa a maior porção do volume de negócios. Até ao presente, produzem-se duas gamas distintas: caixas com 5 velocidades - JR e caixas de 6 mudanças - ND.

A caixa de velocidades ND é fabricada em Cacia desde 2001 e é utilizada em veículos particulares da Renault e Nissan com motorizações 1.6 DCI, 1.9 DCI e 2.0 RS. Nesta gama incluem-se os modelos Mégane, Scénic e Qashqai (Renault, 2017). O modelo JR é produzido desde 2002 e integra veículos da Renault, Dacia, Daimler e Mobius com motores de 1.5 DCI, 0.9 TCe e 1.2 TCe. Esta produção é realizada na área caixas de velocidades (CV) da fábrica.

No setor dos componentes mecânicos (CM) produzem-se componentes para motores, nomeadamente bombas de óleo, árvores de equilíbrio, cárteres de distribuição, tampas da culassa, cárteres intermédios - *semelle*, apoio de cambota - *chapeaux pallier* e BSE – *boitier de sortie d'eau*.

Atualmente, os produtos da unidade fabril são exportados para 14 países: Espanha, França, Inglaterra, Irão, Roménia, Turquia, Marrocos, Rússia, Chile, Brasil, Índia, Indonésia, Tailândia e África do Sul. É importante referir que todos os automóveis Renault têm na sua constituição pelo menos um produto originário de Cacia (Renault, 2017).

Portugal revê-se como um país com importância para o Groupe Renault pois detém uma das mais relevantes presenças na quota de mercado na Europa e uma excelente localização geográfica (Palma-Ferreira, 2016).

A CACIA visa ser a referência de entre as fábricas mecânicas a nível da Aliança pela competitividade dos produtos e excelência da equipa humana, de modo a assegurar o futuro industrial.

3.2.1. Estrutura organizacional da empresa

A estrutura da organização portuguesa está disposta em nove departamentos, sendo cada um liderado por uma pessoa responsável pelo seu funcionamento. Os departamentos dividem-se em fabricação, departamento técnico, logística, qualidade, APW/*monozukuri*, financeiro/compras, recursos humanos, engenharia e informática.

A área de fabricação subdivide-se em duas secções, para produção de caixas de velocidades e de componentes mecânicos que, por sua vez, se decompõe em *ateliers* (AT):

AT1 – área de fabricação de componentes para a montagem das caixas de velocidades, como os pinhões, árvores primárias e secundárias. Para a produção, estes necessitam de atravessar diferentes fases, como a retificação, granalhagem, fosfatação, tratamentos térmicos e maquinação.

AT2 – espaço associado ao setor CV, em que ocorre a produção dos eixos de sincronização e forquilha e se maquinam os cárteres de mecanismo e embraiagem.

AT3 – zona integrante do departamento CM onde são fabricadas bombas de óleo, tampas da culassa, apoios da cambota e cárteres intermédios e distribuição.

AT4 – *atelier* dos componentes mecânicos onde se produzem árvores de equilibragem, tambores, cones *crabot*, rampas e eixos de balanceiros.

AT5 – zona da montagem final das caixas de velocidades.

3.2.2. Departamento de logística industrial

Este projeto realizou-se no departamento de logística industrial, mais especificamente no serviço de armazéns/projetos e progresso logístico. O DLI tem como função programar e coordenar todos os fluxos e aprovisionamentos de peças, dirigir os programas de fabricação e gerir as expedições da empresa, com o objetivo de satisfazer os seus clientes na quantidade requerida, prazo e diversidade, tudo isto associado ao menor custo interno possível (Renault-Cacia, 2017).

A supervisão deste departamento realiza-se por um responsável máximo, o chefe de *atelier* e encontra-se subdividido em três áreas distintas, denominadas de *ateliers* da logística industrial.

- **Receção administrativa/transportes** – serviço responsável pelo controlo do transporte dos produtos de origem externa à fábrica (POE), desde o fornecedor até à empresa, distribuição dos componentes recebidos pelos respetivos armazéns e expedição do produto acabado.

- **Gestão de produção & inventários** – *atelier* onde se planeia e programa a produção durante todo o fluxo, gere a cadência de cada linha de montagem, efetua e planifica as encomendas dos produtos externos e peças em bruto e, também é responsável pela gestão do inventário interno.

- **Armazéns/projetos & progresso** – secção com o maior número de colaboradores na fábrica. Relaciona-se com o abastecimento às zonas de produção e montagem e responsabiliza-se pelo controlo dos armazéns logísticos e com a área dos projetos e melhoria contínua.

Este departamento está encarregue de elaborar os programas diários de fabricação das linhas de montagem por forma a manter a sincronização com os pedidos do cliente. É a partir destes que se calculam as necessidades de aprovisionamento junto das linhas de montagem sem se sucederem paragens de produção ou roturas de *stock*.

3.2.3. Processo de fabricação das caixas de velocidades

A montagem das caixas de velocidades percorre diversas fases até à sua composição final e consequente expedição para clientes Renault.

O processo de fabricação inicia-se com a receção das peças em bruto, provenientes das fundições, as quais vão receber transformações. De seguida, as peças são transformadas passando por processos de maquinação, no qual se transferem determinadas características definitivas. Segue-se o torneamento, talhagem, fresagem, rebarbagem e chanfrenagem. A terceira fase abrange os tratamentos térmicos e consequente retificação, no qual as peças maquinadas atravessam fornos que realizam tratamentos a altas temperaturas para melhorar as características dos componentes. Depois desta operação, o material é entregue aos clientes internos, seguindo para as respetivas linhas de montagem, onde cada tipo de elemento é montado antes de receber os últimos acessórios. No final do processo de montagem, os órgãos são controlados rigorosamente para garantir a sua qualidade e conformidade. Finalizado o fabrico, os produtos finais são expedidos para fábricas de carroçaria-montagem do Groupe Renault.

3.2.4. Aprovisionamento de embalagens

Na vertente direccionada para a redução de custos logísticos, o grupo desenvolveu embalagens *standard* para as fábricas internas e externas que possuam ligações, de modo a minimizar a diversidade de acondicionamentos em movimentação e eliminar o transporte de embalagens vazias. A curto prazo, visa-se eliminar o transporte em embalagens de cartão, por forma a uniformizar o embalamento dos materiais e acabar com o consumo de papel.

A gestão das embalagens é dirigida localmente pela logística interna seguindo o sistema *standard* do grupo, o *packaging visibility system* (PVS). O retorno de embalagens é programado

por uma central localizada na Roménia, a qual planeia os percursos a realizar na descarga. Devido à diversidade de componentes existentes na organização, existem diversos tipos de embalagem *standard* utilizadas, que se dividem em duas espécies: pequenas e grandes embalagens.

- **Pequena embalagem** – acondicionamentos de plástico ou cartão de pequena dimensão, manipulados diretamente pelo operador. São denominadas de *unité de conditionnement* (UC/PE) (figura 5).



Figura 5- Exemplos de pequenas embalagens.

- **Grande embalagem** – possuem maior carga e são utilizadas para transportar componentes de maior volume. São designadas de *unité de manutention* (UM/GE) (figura 6).



Figura 6- Exemplo de grande embalagem da CACIA.

Por forma a manter a organização da fábrica estão identificados fisicamente vários métodos e locais para armazenamento de cada tipo de embalagem.

Para embalagens de pequenas dimensões existem estantes apropriadas para a sua alocação, denominadas de supermercados logísticos. Por outro lado, no que respeita a embalagens de maior porte, existem duas opções. Correspondendo a embalagens de grande rotatividade, existem zonas devidamente marcadas no solo para a descarga desse material e, para as restantes, existem largas estantes que alocam e movimentam as embalagens sobre pistas rolantes, seguindo o princípio de *first in, first out* (FIFO), com a ajuda da gravidade.

3.2.5. Meios de movimentação

Para a realização dos abastecimentos regulares às linhas de montagem, a empresa possui diversos meios de movimentação para o transporte dos produtos. Os meios existentes são motorizados e repartem-se em empilhadores, *charlattes* ou tratores logísticos e AGV's.

Um recente projeto da unidade fabril pretende reduzir a utilização de empilhadores e *charlattes* em zonas de fabricação. Este princípio designado “zero empilhadores” será muito vantajoso a nível de segurança e de custos associados à utilização de meios.

De seguida apresentam-se os veículos presentes nas atividades logísticas dentro da organização (figura 7).



Figura 7- Meios de movimentação da unidade fabril

Na figura 7 (lado esquerdo) está representado o empilhador utilizado na fábrica de Cacia. Este emprega-se no carregamento e transporte de mercadorias pesadas e proporciona como principal vantagem a elevação e descarga de lotes de materiais, sem a aplicação de esforço humano.

O *charlatte* (figura 7, ao meio) é atualmente o meio de movimentação com maior taxa de utilização em fábrica. Trata-se de um modelo elétrico utilizado para o transporte de bases rolantes e de estantes móveis. O recurso a este meio permite obter um comboio logístico de diversos abastecimentos e recolhas de grandes embalagens.

Os autómatos AGV (figura 7, lado direito) são a mais recente tipologia e o futuro do transporte de material em fábrica. Com rotas pré-programadas em *software* e com *hardware* de leitura ótica para orientação em solo fabril, assume principal evidência na política de meios de movimentação, sendo o mais económico e sustentável em atividade.

4. Desenvolvimento do projeto

Ao longo desta secção apresenta-se descrita inicialmente o setor da logística industrial e o seu estado antes de qualquer implementação aplicada. De seguida são expostas as alterações propostas e, consequentemente, aplicadas nos diferentes postos com os seus respetivos resultados.

4.1. Definição do setor em estudo

Após o conhecimento dos processos logísticos integrantes da fábrica e da identificação do problema e necessidade requerida pelo departamento em questão, realizou-se uma análise ABC relativa ao valor de negócios dos principais produtos produzidos nas instalações da organização. Na tabela apresentada no Anexo A estão expostas as percentagens de produção e valor anual com respetivas receitas ocorridas na empresa. Na figura 8 encontra-se a representação da curva associada à análise ABC.

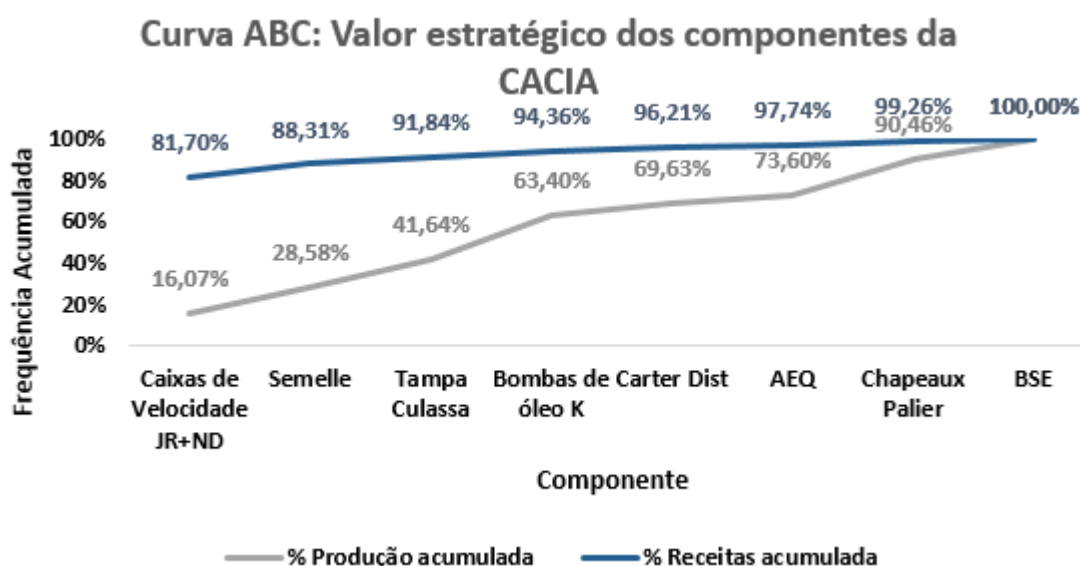


Figura 8- Valor de vendas na CACIA.

O nível de produção é um indicador importante para a escolha do tema a abordar, pois quanto maior a quantidade de produtos a fabricar, maior é a probabilidade de ocorrência de falhas nos processos e seu *output*. Analisando os dados da tabela em anexo A, as bombas de óleo representam os componentes com maior índice de produção diária na fábrica portuguesa. Os setores da montagem de caixas de velocidades e de produção de componentes *chapeaux palier* também se encontram presentes no grupo dos produtos com maior número de unidades fabricadas.

Paralelamente a este fator, o valor do produto é outro fator decisivo na identificação do setor a atuar. Ao analisar a curva ABC, constata-se que as caixas de velocidades (16% dos componentes produzidos diariamente em CACIA) são os produtos que maiores receitas geram à unidade industrial aveirense, sendo os únicos elementos pertencentes ao grupo com maior

relevância estratégica, o grupo A. Posto isto e sendo o produto mais importante para a fábrica, este setor é extremamente motivante para analisar em projeto. Nesta análise constata-se a regra de Pareto 80/20, em que cerca de 20% da produção da fábrica, neste caso 16%, correspondente à produção de caixas de velocidades, originam mais de 80% das receitas da empresa portuguesa.

4.2. Logística Industrial

A fábrica atualmente pratica a montagem de caixas de velocidades em duas linhas produtivas: a linha 2, flexível, com capacidade para fabricar vários índices de ambos os tipos de caixas de velocidades e a linha 3, dedicada exclusivamente à produção de caixas JR. Relacionadas com o abastecimento destas linhas operativas está o seu aprovisionamento com todos os produtos necessários para que a montagem de caixas de velocidades ocorra sem paragens de produção não planeadas. As tarefas logísticas que suportam todo o fluxo de abastecimento a estas linhas são as presentes na figura 9:



Figura 9- Atividades logísticas de suporte às linhas de montagem das CV.

A maioria das atividades logísticas relacionadas com as caixas de velocidades, nomeadamente o abastecimento dos POE's, a Sofrastock e o *kanban*, são relativas ao transporte dos produtos de origem externa constituintes na sua montagem, desde o supermercado onde estão armazenados até ao posto de abastecimento em linha. O *picking* AT5 é uma tarefa realizada numa área mais próxima do início da linha de montagem e aplica-se a produtos de origem *usage* (POU's) e produtos de origem interna Renault (POL's). Existem operadores logísticos dedicados a cada uma destas tarefas e o DLI pretende formar todos de modo a que se tornem polivalentes para a realização de todos os postos de trabalho, por forma a permitir uma rotatividade constante na alocação das pessoas aos postos.

Desde 2015, a Renault CACIA aumentou a sua produção anual de caixas de velocidades em 34%. Para o ano 2018 espera-se uma subida da procura por parte do consumidor e pretende-se manter uma resposta eficaz a essa requisição.

De modo a dar continuidade a esta subida constante de produção de caixas de velocidades, acrescentando a mais recente preocupação do departamento da logística industrial com a redução dos desperdícios e maximização da segurança para todos os colaboradores, o problema em análise ao longo do documento foca-se na otimização dos fluxos dos produtos integrantes na montagem de caixas de velocidades, desde o seu armazenamento físico até ao abastecimento nas linhas de montagem, minimizando as imperfeições logísticas e as questões de baixo índice ergonómico nos postos de trabalho.

O fluxo de todos os produtos constituintes das caixas de velocidades constitui elevada importância para uma aproximação à máxima rentabilidade da produção. Analisando a opinião de Nightingale (2005), o pensamento *lean* vai ao encontro de um dos ideais da empresa que passa pela fabricação sincronizada com o cliente e com o mínimo de desperdícios, aproximando-se da perfeição.

4.2.1. Abastecimento das linhas de montagem

Este tópico apresenta o estado inicial das vertentes logísticas ligadas aos abastecimentos dos diversos componentes às respetivas linhas de montagem presentes na fábrica. O armazenamento dos produtos e o seu fluxo são o foco principal nesta análise. Será através desta secção que as futuras alterações e implementações podem ser comparadas e avaliadas.

Por forma a garantir um fluxo interno contínuo dos produtos fabricados por empresas externas à CACIA, existe um operador/turno de atividade dedicado a essa tarefa. Esse colaborador é responsável por transportar e abastecer todos esses componentes, armazenados em pequenas embalagens, nos 38 postos de abastecimento destinados ao longo das linhas de montagem, por forma a garantir o funcionamento da linha e evitar paragens de produção.

Na figura seguinte (figura 10) está representado o *layout* do *atelier* de montagem de caixas de velocidades, com os postos de abastecimento destinados à colocação das embalagens para uma consequente utilização em linha produtiva e os sentidos de movimentação de *charlattes*.

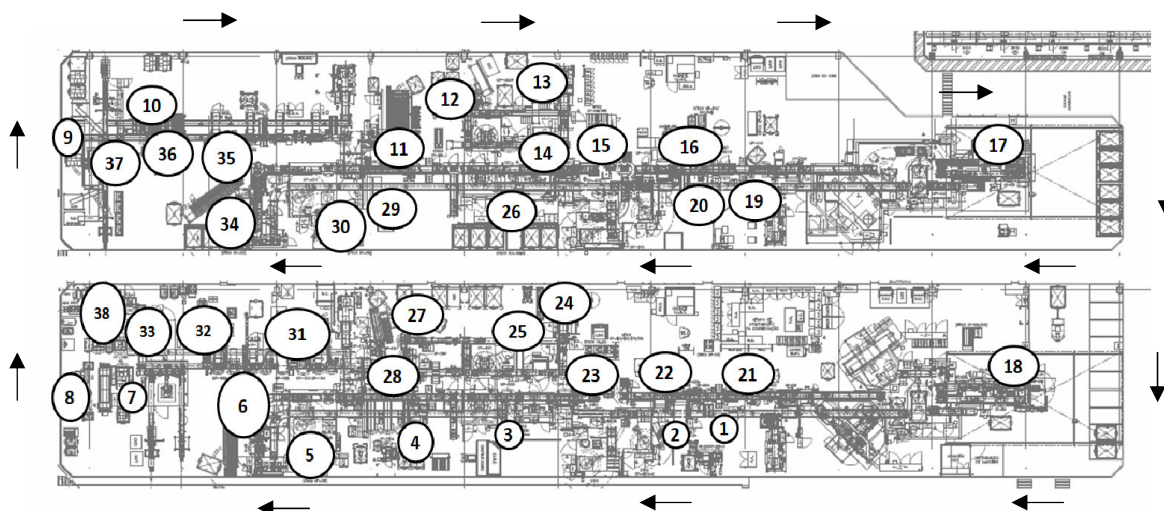


Figura 10- Postos de abastecimento nas linhas de montagem 2 e 3.

Designa-se de *tournée* (T) uma viagem com um roteiro programado, mais concretamente, um percurso que abrange determinados postos de abastecimento em bordo de linha de montagem, de modo a garantir a existência de material suficiente para uma fabrica  o contínua. Por execu  o de uma volta às linhas de montagem, o operador pode realizar uma ou várias *tournées* em simultâneo, com limita  o máxima de quatro bases rolantes em movimenta  o, limite este definido pela segurança da organiza  o.

Existem em atividade onze *tournées* definidas para o transporte de POE's até às linhas de montagem das CV, realizadas em ciclos de 2, 8 e 24 horas. Cada uma possui as suas características, desde o tipo de caixa de velocidades associado, o   ndice de consumo (quantidade unitária de uma referência presente numa CV), o tempo necessário para garantir a autonomia da linha e a proximidade dos postos de abastecimento.

Numa abordagem inicial realizou-se uma recolha de dados relativa às opera  es logísticas, de modo a se calcular o tempo necessário para completar uma tarefa. Estes tempos de realiza  o das opera  es são dados importantes para a realiza  o do planeamento e gestão da mão-de-obra.

Para esta análise recolheram-se 20 amostras temporais de cada opera  o a determinados operadores devidamente formados e experientes no seu posto de trabalho, de modo a não obter falta de conformidade entre amostras. Posteriormente a esta a  o e com suporte do programa informático IBM SPSS Software, verificou-se a existência de *outliers*. Caso se verificassem discrepâncias, teria que se ir investigar o porquê da varia  o dos dados. Como não se apuraram desvios nos registos, recorreu-se    equa  o 2 para calcular diretamente a média dos valores:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (2)$$

Equa  o 2- Fórmula da média aritmética.

Sendo \bar{x} o valor médio calculado, N o número de amostras e i o   ndice da amostra.

Todas as atividades referidas são realizadas por pessoas, tal facto pode originar variações entre valores e para tal, considerou-se um fator de compensação. Este valor está estipulado pela empresa em 10% e foi adicionado ao valor obtido.

Uma *tournée* engloba o transporte de determinados componentes pré-estabelecidos desde o armazém logístico até às linhas de montagem de caixas de velocidades e o seu respetivo abastecimento em linha. Foram analisados os dados relativos aos tempos de realização das *tournées* 10, 14, 16, 29, 51 e 291, uma vez que o percurso se realiza por meio de bases planas rolantes.

Para a execução desta análise, dividiu-se a tarefa entre o tempo de abastecimento das bases rolantes móveis que transportam e suportam os componentes durante a atividade e o tempo necessário para a realização de cada volta, desde a sua saída do armazém logístico, passando e abastecendo todos os postos estabelecidos até regressar ao ponto de partida. A tarefa de alocação dos materiais na base rolante (BR) implica o carregamento da embalagem referenciada do supermercado logístico para a superfície móvel, executada por um único operador afetado ao posto.

Os dados foram recolhidos, analisados e interpretados e encontram-se representados na figura 11 com a sua respetiva colocação em linha de montagem na figura 12. Todos os tempos são apresentados em percentagens, comparando-se ao tempo útil de um dia de trabalho de um operador – 455 minutos.

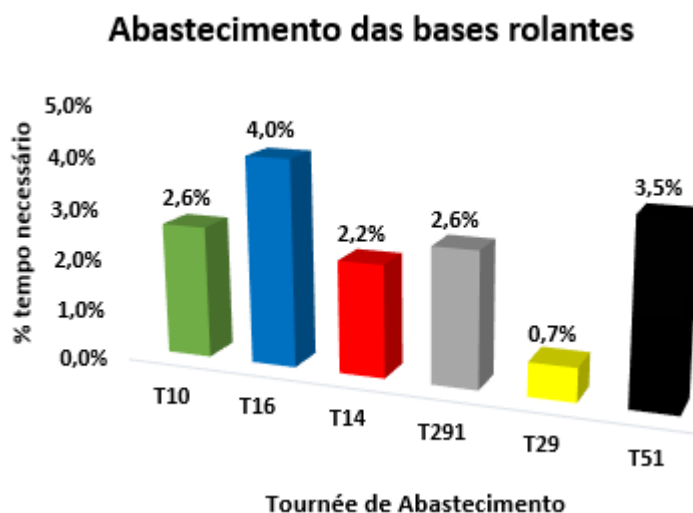


Figura 11- Estado inicial dos abastecimentos de BR.

O objetivo proposto assenta na redução da duração da atividade global, sendo os tempos de abastecimento das bases rolantes uma tarefa importante a abordar. Observa-se que existe uma taxa elevada de tempo despendida apenas para o carregamento de bases. De destacar que as *tournées* realizadas com uma frequência de 2 horas executam-se mais que uma vez durante um turno de trabalho.

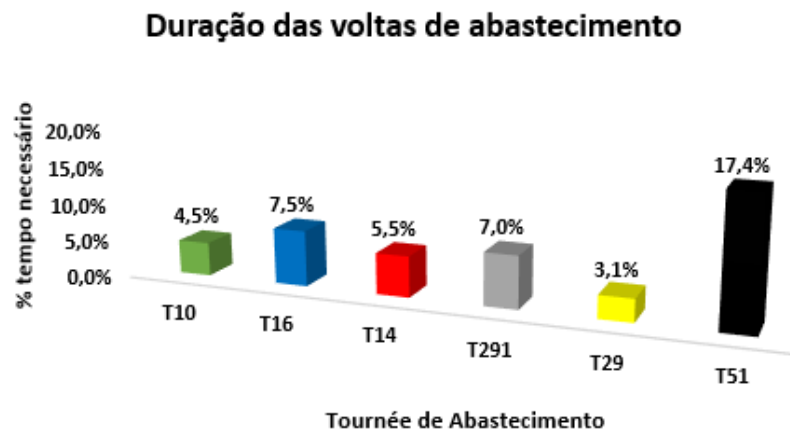


Figura 12- Duração das voltas de abastecimento.

Identifica-se a existência de três *tournées* de abastecimento que necessitam de mais tempo para a conclusão da sua atividade. No entanto, todas serão alvo de análise neste trabalho e a sua redução de tempo torna-se uma prioridade no estudo.

4.2.2. Ergonomia no DLI

Neste departamento, as atividades requerem uma elevada exigência física, principalmente no carregamento das embalagens e, por isso, cumprir os índices ergonômicos estipulados torna-se uma requisição imprescindível. Considerando esse requerimento, os pontos em análise incluem o armazém central dos POE's das caixas de velocidades e a base rolante transportadora dos componentes para as linhas de montagem. Assim, um outro objetivo proposto pela equipa assenta na melhoria do índice de ergonomia nos postos logísticos até alcançar os 80% de situações a cumprir a conformidade estipulada pela empresa.

A janela ergonómica ao qual a unidade industrial se rege baseia-se nas características da altura de aprovisionamento das embalagens consoante o seu peso e dimensão (figura 13).

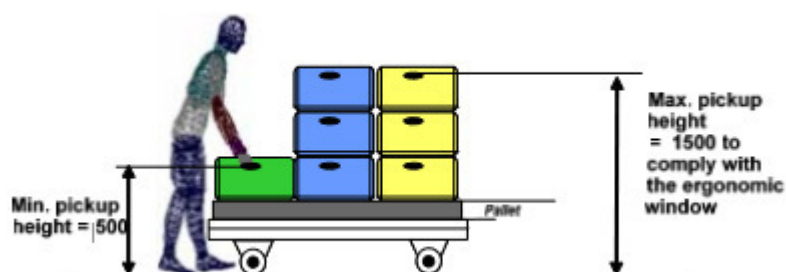


Figura 13- Aprovisionamento de PE, *adaptado de* (The Renault Groupe, 2007).

Para uma referência com massa inferior a 9kg, a altura aceitável localiza-se entre os 500mm e 1500mm. Para um conjunto que contenha entre 9 e 12kg, a altura deve corresponder a valores entre os 700mm e os 1300mm e para embalagens com valores superiores a 12kg, deverão estar posicionadas entre os 900mm e os 1100mm. De relevância relatar que não são permitidos carregamentos manuais de conjuntos com uma carga superior a 15kg, para não se originarem lesões.

Na recolha de dados relativos à ergonomia no aprovisionamento de embalagens no armazém logístico, efetuaram-se medições das alturas de reposição no supermercado e do consequente *picking* para o abastecimento das estantes móveis, seguindo-se a comparação entre esses valores e os limites impostos pela organização.

Recentemente o armazém sofreu alterações na sua disposição, apresentando a seguinte situação percentual ao nível da ergonomia do operador (figura 14).

Estado ergonómico armazém

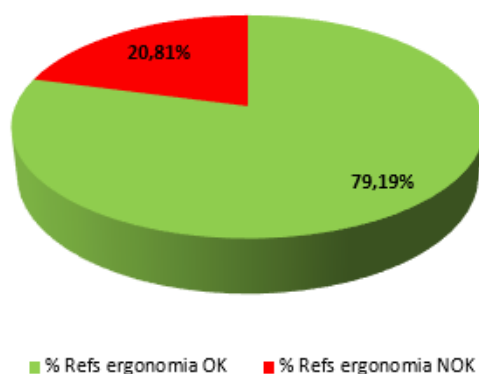


Figura 14- Estado ergonómico inicial do armazém logístico.

Verifica-se que o armazém apresenta uma alocação aceitável dos componentes com cerca de 79% das embalagens a aprovisionarem-se numa posição favorável à operação.

O índice ergonómico inicial na utilização de bases rolantes foi também analisado através do estudo das medições das alturas de aprovisionamento das embalagens relativamente ao solo e a consequente comparação com os limites propostos. Este indicador é importante porque o colaborador afetado ao posto dos POE's está constantemente a colocar e a retirar embalagens da base rolante ao longo do turno. Na figura 15 encontram-se representados os resultados referentes a este levantamento de dados.

Índice ergonómico no abastecimento de PE em BR

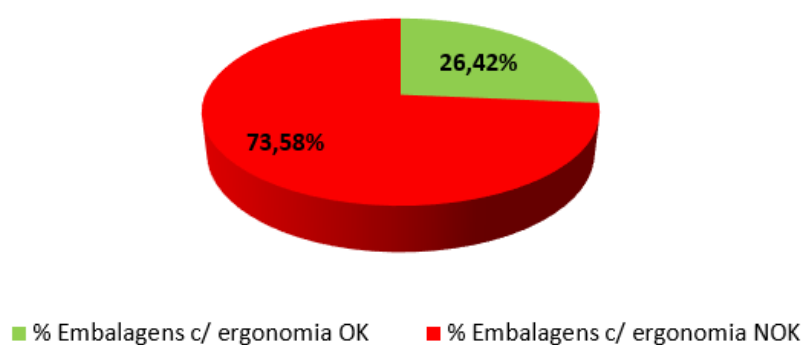


Figura 15- Estado ergonómico inicial no abastecimento de PE em BR.

Na sua grande maioria, o aprovisionamento das embalagens não facilita a operação do colaborador, originando um elevado risco de ocorrência de lesões por parte da pessoa executante do posto de trabalho em questão.

4.2.3. Picking AT5

Também se realizou uma análise à atividade logística denominada de *picking*. Esta atividade pertence a uma das áreas mais críticas da fábrica, com uma elevada taxa de problemas e desperdícios. Corresponde ao abastecimento de um conjunto de carretos das árvores primárias e secundárias - *kits*, componentes integrantes das caixas de velocidade, no início das linhas de montagem. Destinados à realização desta tarefa encontram-se três operadores logísticos, dois dedicados aos produtos originários da CACIA, um afetado a cada linha de montagem, e um outro para o abastecimento e transporte dos componentes externos originários de Cleon.

O modo de funcionamento do *picking* define-se diariamente consoante o plano de montagem determinado pelo técnico de gestão de produção (TGP) responsável, que lança ordens de fabrico através do sistema interno, onde os operadores têm acesso a uma listagem que especifica as quantidades necessárias a abastecer com cada referência, por forma a completar o *kit* planeado.

Através de entrevistas aos condutores das linhas de montagem, verificou-se que os principais problemas existentes ocorrem na troca de peças das embalagens, causadas pelo erro de operação do colaborador no processo anterior, a retificação; os acondicionamentos incompletos após a retificação; e os atrasos/paragens da linha de produção e queda de componentes que conduz a obsoletos. Esta diversidade de problemas causa paragens na produção nas linhas de montagem e atrasa a produção de uma caixa de velocidade.

Por forma a quantificar os valores do processo e analisar possíveis oportunidades de melhoria, foram realizadas cronometragens às tarefas envolvidas durante toda a atividade (figura 16).

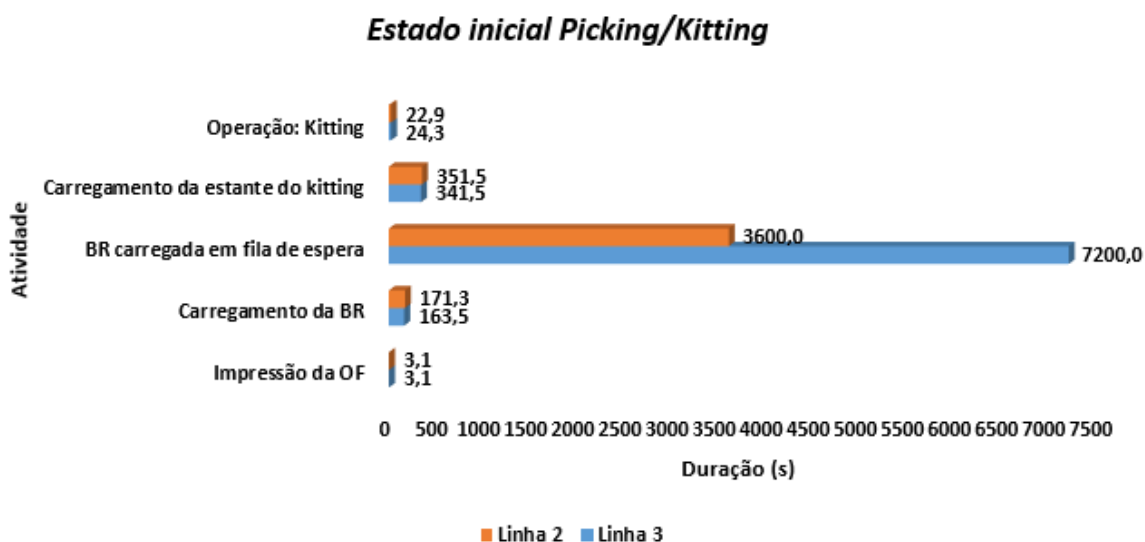


Figura 16- Estado inicial *picking/kitting*.

Numa primeira abordagem observaram-se as diversas atividades existentes no processo e é possível detetar-se o excessivo tempo em que a base rolante, já devidamente carregada, se encontra em fila de espera. As oportunidades de melhoria existentes neste posto logístico são elevadas, sendo esta uma das atividades *bottleneck* no fluxo da fábrica.

Após uma análise global aos processos da DLI, apura-se que os operadores logísticos são capazes de satisfazer as necessidades dos clientes, no entanto, por vezes existem falhas com os horários de abastecimento devido a acontecimentos não previstos e, também devido à sobrecarga no posto do transporte dos POE's, o designado de *muri*. Em relação ao *picking* é relevante providenciarem-se ações para se reduzirem os desperdícios nesta área, por forma a reduzir o tempo de ciclo.

4.3. Melhorias

Ao longo de todo o projeto realizaram-se leituras de diversos artigos e documentos de modo a obter conhecimento para uma abordagem consolidada de cada temática com o intuito de se atingirem os objetivos propostos.

Nesta fase do relatório vão ser apresentadas as propostas de melhoria, os consequentes estudos e implementações em terreno e seus resultados respetivos.

4.3.1. Tournées de abastecimento

As *tournées* de abastecimento são viagens realizadas por um colaborador logístico com o intuito de abastecer em linha de montagem determinados componentes, a uma hora definida. O transporte desses materiais até à linha realiza-se por meio de um *charlatte*, transportador de bases planas rolantes que suportam as embalagens correspondentes à sua *tournée* estabelecida. Este conjunto *charlatte* + bases rolantes denomina-se de comboio logístico ou *mizusumashi*.

Na logística da fábrica dedicam-se dois postos a esta atividade, cada um com um operador afetado à execução da operação, denominados de POE's e o de Sofrastock.

4.3.1.1. Produtos de origem externa

O operador dedicado ao posto POE's está encarregue do transporte dos produtos de origem externa, desde o supermercado logístico até ao local de abastecimento em linha de produção. Para a execução de cada *tournée* e abastecimento das embalagens na base transportadora, existe um horário definido para a sua realização. Esse horário foi estabelecido consoante a autonomia dos materiais em linha produtiva e está presente numa folha de operação *standard* (ver Anexo B).

Em atividade existem cinco *tournées* associadas a este posto de trabalho que são executadas por meio de base rolante, realizadas em ciclos de 2 e 8 horas. Após efetuada uma volta de abastecimento, o operador, já em armazém, regista no sistema a quantidade de embalagens de cada referência fornecidas à linha de montagem, de modo a ser descontado no inventário informático. O sistema efetua o cálculo do consumo de cada referência e reporta a quantidade necessária de embalagens a aprovisionar na base rolante para o próximo abastecimento. No Anexo C está apresentada uma planificação por meio de um fluxograma dos passos na execução da atividade do operador.

i) *Tournée* 10

Esta tarefa assinala-se pela cor verde, realiza-se em intervalos de tempo de 2 horas e destina-se exclusivamente ao transporte de produtos ND, para montagem de caixas de 6 velocidades da linha 2. A seguir apresenta-se o mapa com a rota a realizar pelo operador dedicado no abastecimento desta *tournée* (figura 17).

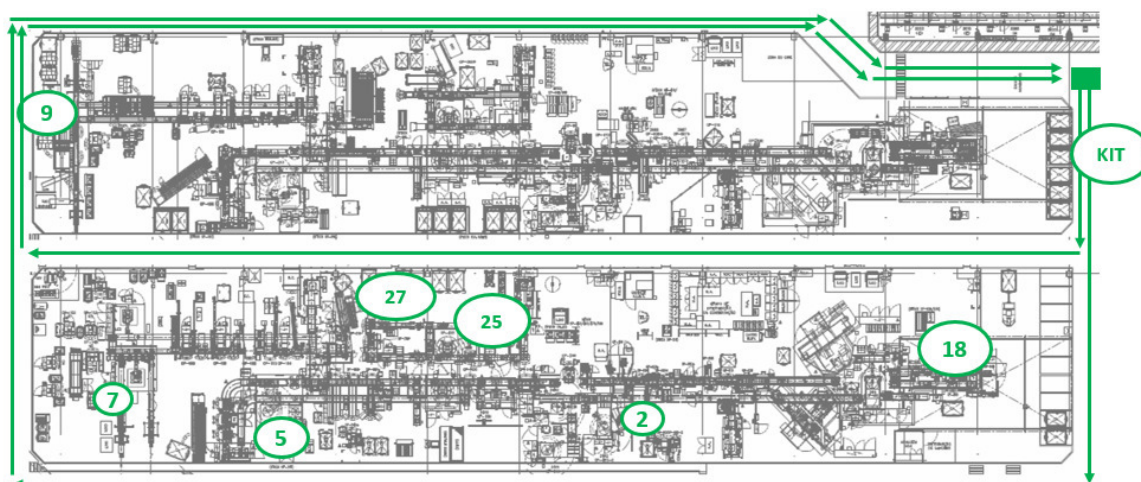


Figura 17- Trajeto T10.

Estão associados oito postos de descarga de componentes ao longo da linha, onde são abastecidas 18 referências. As embalagens dos produtos desta *tournée* encontram-se armazenadas no túnel C-D, referente aos produtos de origem externa que têm uma frequência de abastecimento de 2 horas.

De modo analisar-se a conformidade da volta, recolheram-se dados relativamente à ergonomia existente no posto e 20 amostras de tempos de aprovisionamento das embalagens na base rolante e da volta de abastecimento respetiva. De seguida são apresentados os valores relativos ao estado inicial da *tournée* número 10 (figura 18).

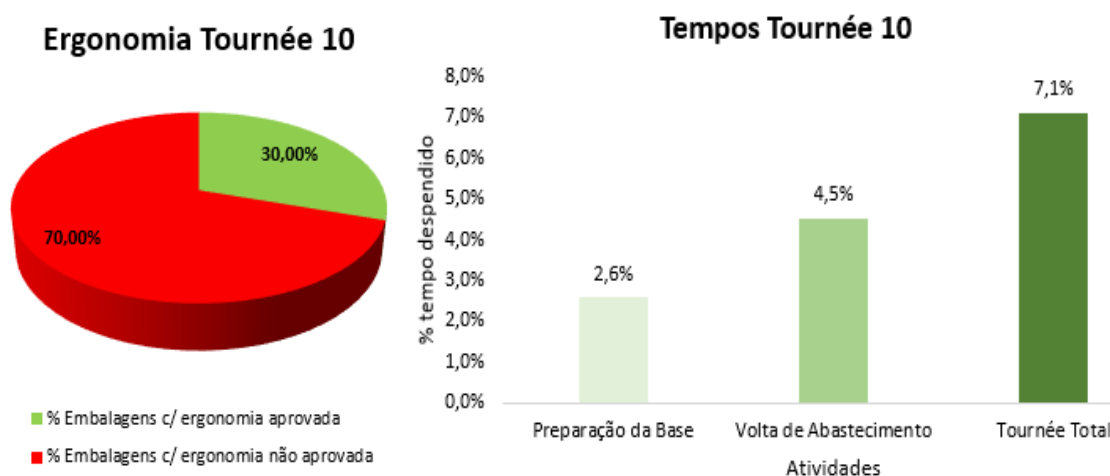


Figura 18- Taxa inicial ergonómica e temporal para as atividades relativas à T10.

Inicialmente na *tournée* de abastecimento 10 existiam 70% de embalagens aprovionadas numa altura incorreta na base rolante e um tempo total de atividade de aproximadamente 7,1% do tempo total útil do operador.

Por forma a encontrar solu  es de melhoria neste processo foi executado um ciclo PDCA com base na figura 19.



Figura 19- Ciclo PDCA para melhoria ergonómica, *imagem adaptada de* (Opleidingen, 2016).

O problema inicial a abordar com este método concentra-se no baixo   ndice de embalagens bem aprovionadas no transporte dos produtos até às linhas de montagem e as ocorrências dos colaboradores para o excesso de carga do posto e conseqüente falta de tempo para a realiza  o das tarefas exigidas. Após a evidência dos problemas, foi definido o objetivo que passa pela diminui  o da quantidade de embalagens fora do   ndice ideal de ergonomia até aos 20%.

Através de sessões de *brainstorming* decorridas em reuniões de equipa, foi proposta uma altera  o na disposi  o do transporte das embalagens desde o armazém logístico até às linhas de montagem. Essa altera  o passou pela substitui  o das bases planas para rotativas com uma estrutura em forma de estante. O grande objetivo com a implementa  o de estantes móveis rotativas passa pelo aprovionamento de todas as referências num nível ergonómico favorável    tarefa do operador.

Na realiza  o da proposta de altera  o, criou-se um documento informático que cont  m as características dos componentes pertencentes    *tournée* e registo de toda a documenta  o e composi  o de cada estante móvel rotativa, devidamente aprovada pelo diretor de *atelier* e condutores de linha. No Anexo D apresenta-se a ficha técnica *standard* de uma estante móvel rotativa.

Numa fase de planeamento das estantes móveis reviram-se fisicamente todas as características das embalagens referenciadas, de modo a não surgirem falhas por erros de inser  o de dados informaticamente e de comunica  o. Essas características analisadas foram:

- Tipo e dimensões da embalagem;
- Peso da embalagem;
- Quantidade de componentes necessários na fabrica  o de uma CV;
- Localiza  o em armazém;

- Capacidade em bordo de linha;
- Postos de abastecimento na linha.

Após esta análise realizou-se uma projeção da estante informaticamente, tendo em consideração diversas características necessárias para o seu correto funcionamento:

- Altura ergonómica de aprovisionamento para cada embalagem;
- Cumprimento do FIFO;
- Centro de gravidade equilibrado;
- Existência de espaços para o transporte de embalagens vazias de retorno;
- Fácil interpretação e utilização;
- Peso total da estante completamente carregada.

Concluída a planificação e projeção da estante móvel, esta foi construída e implementada em terreno e, por consequência, realizou-se a sua ficha de melhoria para relatar e registar as alterações executadas fisicamente. O Anexo E apresenta como são compostas estas fichas de melhoria com um exemplo referente a uma outra implementação idêntica nas alterações estruturais e visuais que ocorreram em terreno. Esta implementação proporciona benefícios para a saúde e segurança do colaborador do posto.

Na fase de verificação do ciclo PDCA necessitou-se da medição dos resultados após a implementação em terreno fabril e a sua validação consoante as metas propostas. As melhorias com esta alteração foram notórias, com o índice ergonómico do operador do posto a melhorar significativamente, como podemos visualizar na figura exibida de seguida (figura 20).

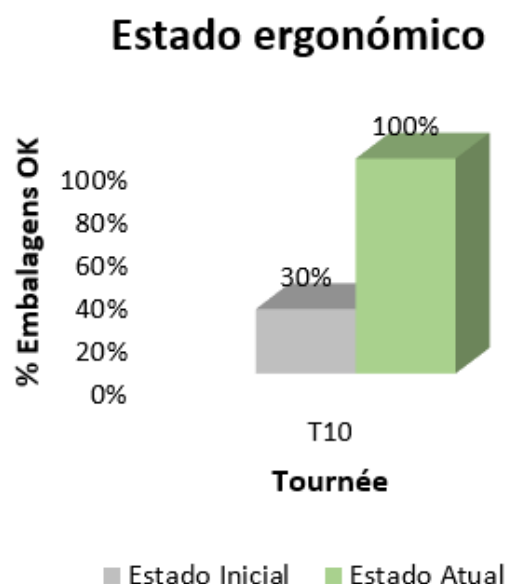


Figura 20- Estado ergonómico T10 inicial/final.

O estado ergonómico tornou-se ideal, com todas as embalagens desta *tournée* a ficarem aprovisionadas a um nível favorável à tarefa do operador.

Ocorreu também uma melhoria no tempo de execução desta atividade com a alteração estrutural. Seguidamente apresenta-se a figura 21 com o tratamento das amostras retiradas na atividade T10.

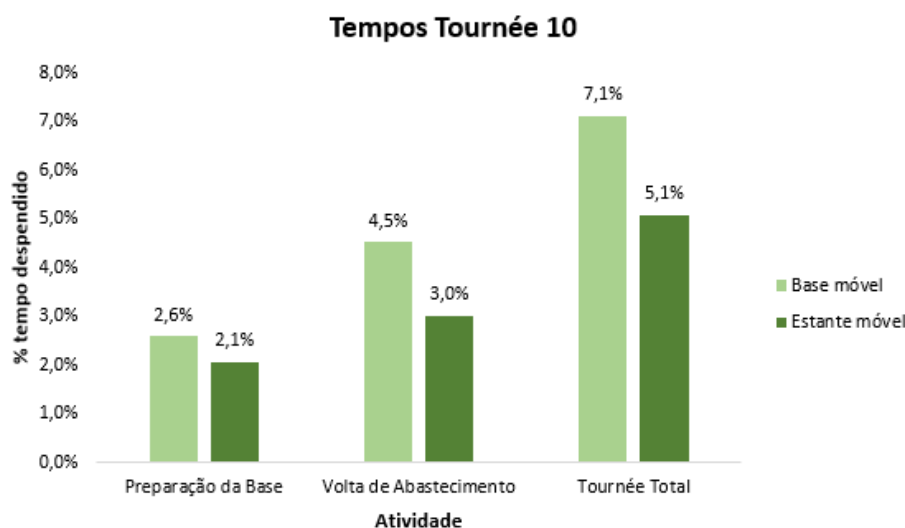


Figura 21- Comparação de durações da T10 antes e após as alterações.

Por interpretação da figura 21, visualiza-se que as durações dos processos de preparação da base abastecedora e da volta de abastecimento à linha de montagem foram reduzidas, sendo diminuída a pressão ocorrente neste posto e libertando o colaborador para realizar outras tarefas necessárias. Observa-se um ganho temporal de 8%/turno, dado que esta atividade ocorre quatro vezes durante 8 horas. Uma vez que os objetivos se atingiram com sucesso, sucedeu-se o processo de normalização do transporte para esta *tournée*.

Na figura 22 encontra-se representado esquematicamente o ciclo PDCA executado para este tipo de problema.



Figura 22- Ciclo PDCA para a T10.

Com as melhorias evidenciadas neste processo surge a importância de transmitir os benefícios desta mudança para todos os colaboradores da empresa. Após a aplicação deste método surgiram novos problemas na fase da verificação, tal como foi referido anteriormente por Marta Jagusiak-Kocik (2017) na revisão bibliográfica. Esses problemas originaram novos projetos a desenvolver na DLI com intuito de melhorar progressivamente as atividades e os indicadores de serviço.

ii) *Tournée 14*

A volta de abastecimento 14 tem características idênticas à da *tournée* 10, pois também abastece apenas a linha 2 e possui o mesmo percurso, sendo exclusiva a índices de caixas de velocidades ND. A diferença encontra-se na frequência da sua realização, pois a volta 14 executa-se de 8 em 8 horas, transportando referências que possuem uma maior capacidade de autonomia em linha. Estão associados 14 pontos de descarga de componentes ao longo da zona de montagem, onde são abastecidas 27 referências. As referências desta *tournée* estão alocadas no túnel A-B do armazém central das CV, associado aos produtos de origem externa com uma saída para a linha de produção a cada 8 horas.

Tal como aplicado para a *tournée* anterior, reuniram-se os dados ergonómicos do posto e os tempos de carregamento das embalagens para a base rolante e da volta de abastecimento respetiva (figura 23).

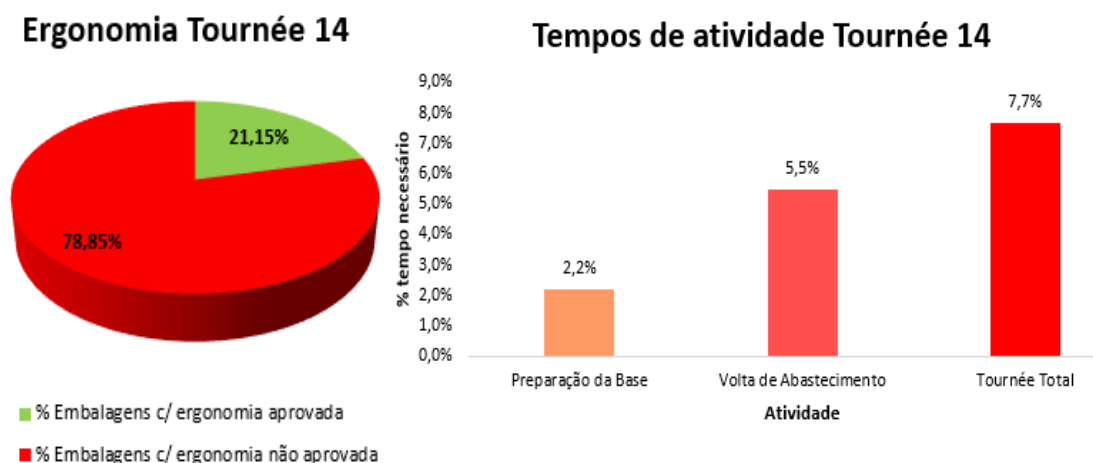


Figura 23- Estado inicial de ergonomia e duração da T14.

O estado inicial desta *tournée* continha 78,85% de embalagens aprovisionadas incorretamente na base rolante e um tempo total de atividade de cerca de 7,7% do tempo total útil do operador.

Para contrariar os problemas ergonómicos ocorrentes nesta atividade recorreu-se também à aplicação de um ciclo PDCA com fim à melhoria deste indicador, com o mesmo procedimento da *tournée* 10. Propôs-se a alteração da estrutura móvel que transporta as embalagens até às linhas produtivas para estantes móveis rotativas.

O método das projeções da estrutura da estante móvel foi o mesmo utilizado na *tournée* analisada anteriormente, o *standard*. Após a verificação das características inerentes à atividade em terreno fabril e consequente projeção informática, esta estrutura construiu-se e implementou-se fisicamente. A variação verificada na taxa de ergonomia com esta alteração é apresentada graficamente a seguir (figura 24).

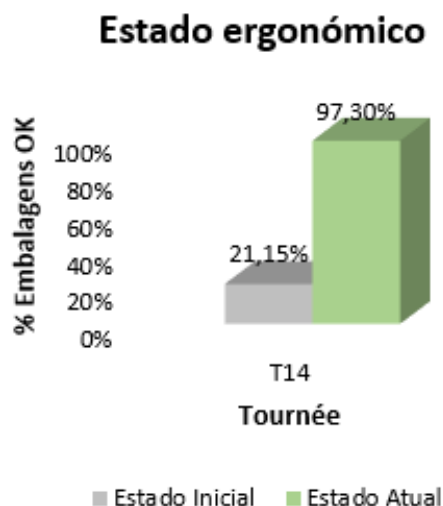


Figura 24- Comparação do nível ergonómico da T14 antes e após as alterações.

Observou-se uma melhoria substancial no índice de aprovisionamento das embalagens por utilização de estante móvel, encontrando-se apenas uma referência numa posição fora dos limites ergonómicos estabelecidos pela empresa.

As comparações entre os dados relativos aos tempos associados a esta atividade, antes e após a alteração da estrutura móvel apresentam-se a seguir (figura 25).

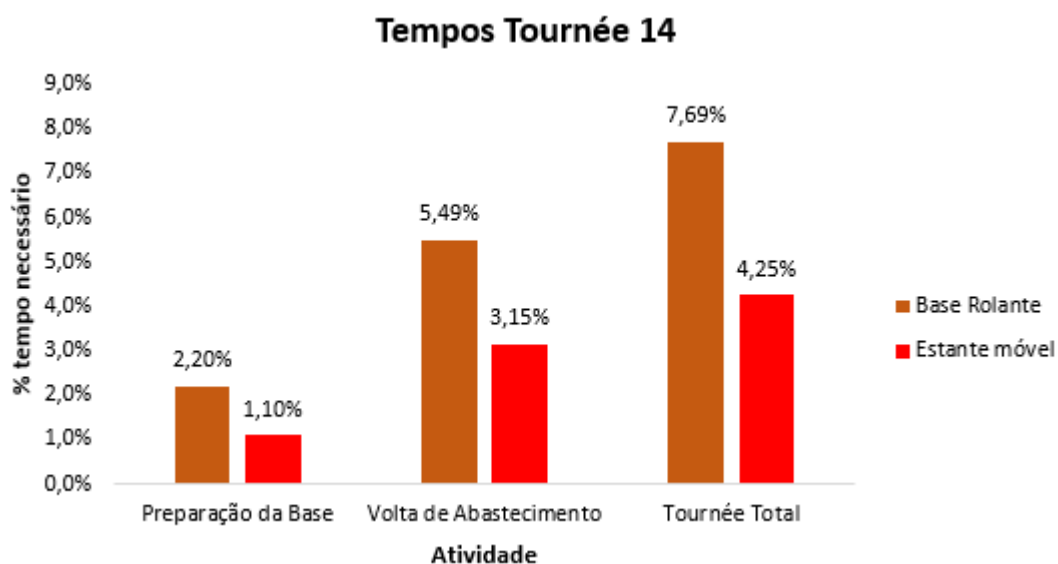


Figura 25- Comparação de durações da T14 antes e após as alterações.

Verifica-se que as durações dos processos de preparação da base abastecedora e da volta de abastecimento se reduziram, libertando cerca de 3,5% da carga global do colaborador deste

posto. Após a aplicação desta metodologia alcançou-se o objetivo para esta atividade com a taxa de ergonomia a ultrapassar os 80% de unidades transportadas a uma altura conforme e com a duração da atividade a diminuir.

iii) *Tournée 16*

Esta tarefa é a de maior duração no posto do transporte dos POE's. Está identificada pela cor azul e realiza-se a cada 2 horas, destinando-se ao transporte de produtos de caixas de velocidades JR para ambas as linhas de montagem (figura 26).

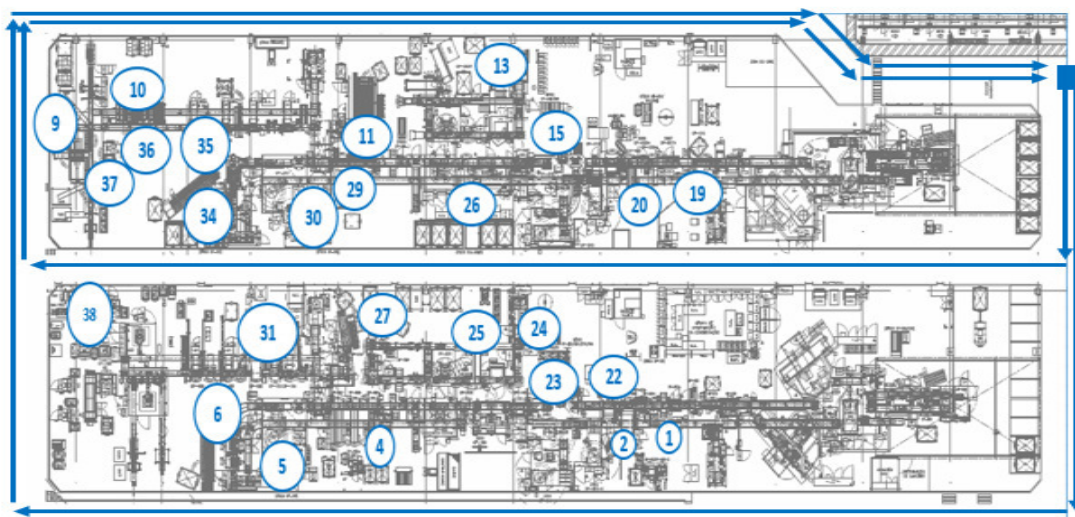
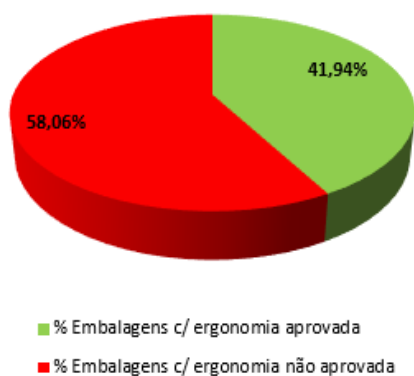


Figura 26- Trajeto T16.

Estão associados 26 pontos de descarga de componentes ao longo das duas linhas de montagem, onde são abastecidas 27 referências. Face à elevada quantidade de embalagens existente nesta *tournée*, o abastecimento ocorre de forma distinta das restantes, contendo duas bases rolantes para o transporte dos seus componentes.

Para analisar possíveis ações de melhoria reuniram-se dados das vertentes ergonómicas e dos tempos de aprovisionamento das embalagens nas bases móveis e da volta de abastecimento respetiva (figura 27).

Ergonomia Tournée 16



Tempos de atividade Tournée 16

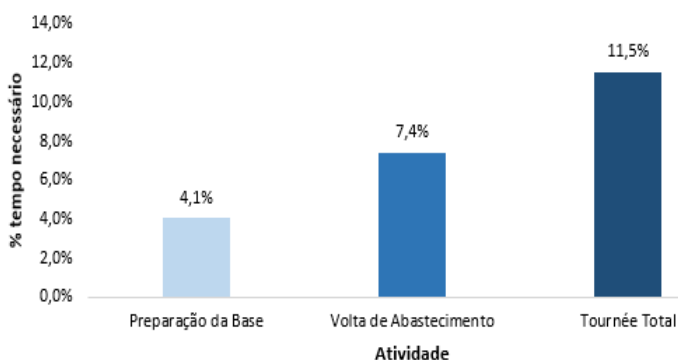


Figura 27- Taxa inicial ergonómica e temporal da T16.

Apurou-se que inicialmente esta *tournée* abrangia apenas 41,94% de embalagens aprovisionadas num índice correto em base rolante e um tempo total de atividade a rondar os 11,5% do tempo total útil num turno de trabalho.

Com base no ciclo de Deming demonstrou-se novamente que a alteração das estruturas móveis transportadoras das embalagens representa o plano de ação indicado para se alcançarem melhorias neste processo de abastecimento. As estantes móveis projetaram-se segundo o mesmo procedimento *standard* que as anteriores; no entanto, numa das estantes, não foi colocado espaço para as embalagens vazias de retorno na zona superior, pois caso se colocasse nesse nível, aquelas ficavam situadas numa altura elevada, o que influenciava negativamente o trabalho do operador. Então, criou-se uma plataforma lateral contida na estante para colocar essas embalagens vazias de retorno e assim ficarem todas aprovisionadas num bom nível ergonómico e de fácil manipulação para o operador.

Os resultados ergonómicos com esta alteração apresentam-se seguidamente com as suas projeções gráficas (figura 28).

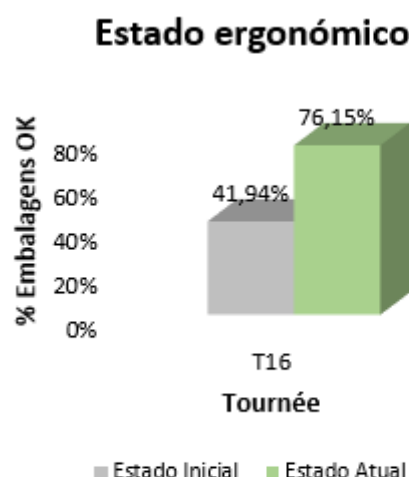


Figura 28- Comparação do nível ergonómico da T16 antes e após as alterações.

Com a alteração aplicada no transporte dos componentes do supermercado logístico até às linhas de montagens das caixas de velocidades obtiveram-se melhorias no estado ergonómico durante a atividade em análise. Esta foi a *tournée* que registou um resultado percentual menor no número de embalagens aprovisionadas conformemente. O facto de conter um elevado número de embalagens com dimensões superiores ao costume, tornou-se um entrave para a obtenção do objetivo proposto. No entanto, o princípio em que o progresso logístico se foca é a melhoria constante até se erradicarem os desperdícios e esta atividade vai continuar a ser alvo de estudo no futuro de modo a se atingirem os objetivos. As comparações entre as durações das atividades relacionadas com esta *tournée* com a utilização de base rolante móvel e através da nova implementação expõem-se visualmente de seguida (figura 29).

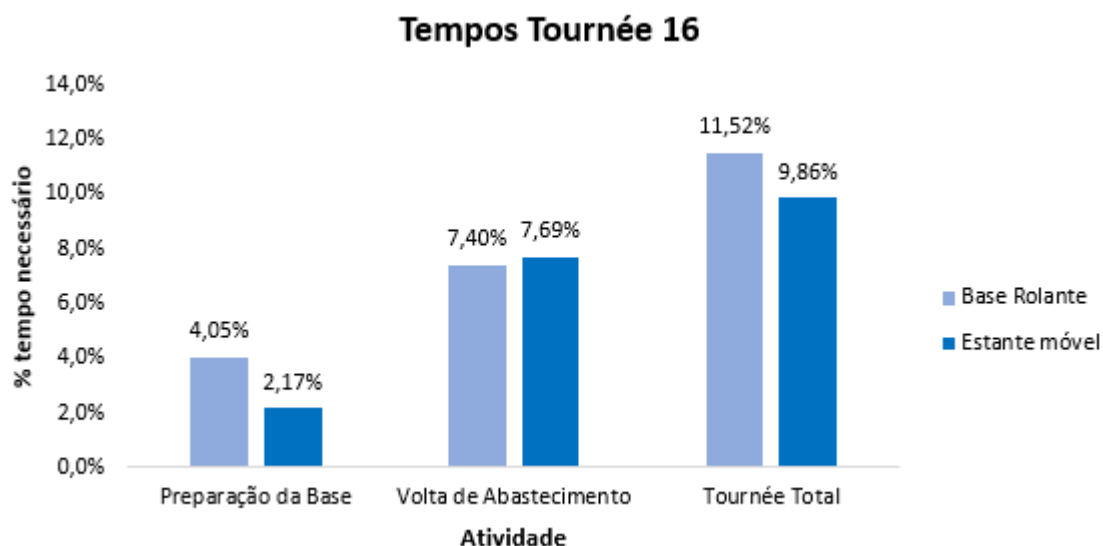


Figura 29- Durações das atividades da T16 antes e após as alterações.

Verifica-se que a taxa de tempo da preparação da estante diminui cerca de 2% e que não se obtiveram melhorias na execução da volta de abastecimento. Em suma, e apesar do aumento percentual do tempo de execução da volta, conclui-se que os tempos de operação destas atividades sofreram uma redução no seu global, atingindo uma diferença de 1,66% em relação ao estado inicial.

Nesta tarefa, o objetivo planeado para a ergonomia não se atingiu, tendo sido executado um plano de ação para futuras intervenções nesse processo. Em relação à duração da atividade, o tempo necessário para execução foi reduzido e assim a sobrecarga do operador sofreu melhorias.

iv) ***Tournée 29 + 291***

A *tournée* 29 é realizada a cada 8 horas. Esta atividade abrange o transporte dos produtos de origem externa com maior capacidade de autonomia no posto, para as linhas que produzem caixas de velocidades JR, ou seja, fornecendo ambas as linhas de montagem. Para esta volta, as duas linhas possuem um total de 18 pontos de descarga de embalagens, onde são colocadas 11 referências. Os componentes desta volta de abastecimento estão localizados em armazém no túnel A-B.

Como esta *tournée* transporta menos elementos na sua estrutura, optou-se, em reunião de equipa, pela junção com outra realizada com a mesma frequência e com características semelhantes, a *tournée* 291. Esta atividade apenas transporta 8 componentes para as linhas de montagem e os postos de abastecimento coincidem aos da T29.

Em análise ao estado inicial desta situação foram recolhidos dados ergonómicos (figura 30) e temporais (figura 31) relativos às duas voltas de abastecimento.

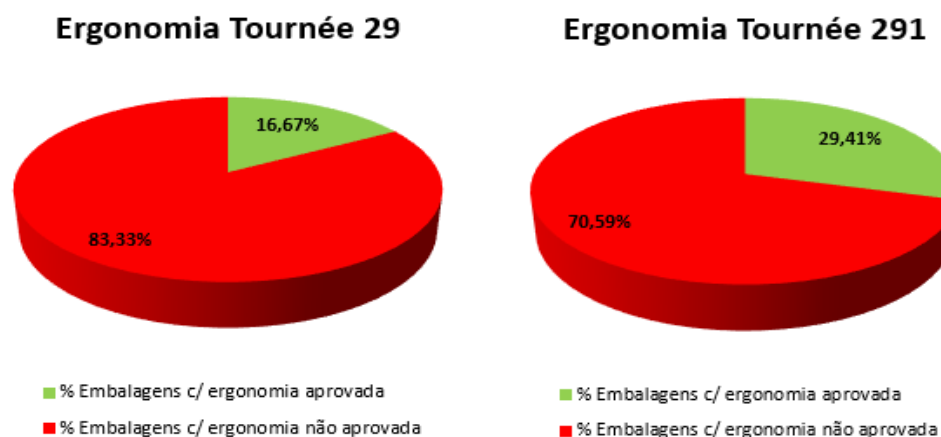


Figura 30- Estado inicial ergonomia das *tournées* 29 e 291.

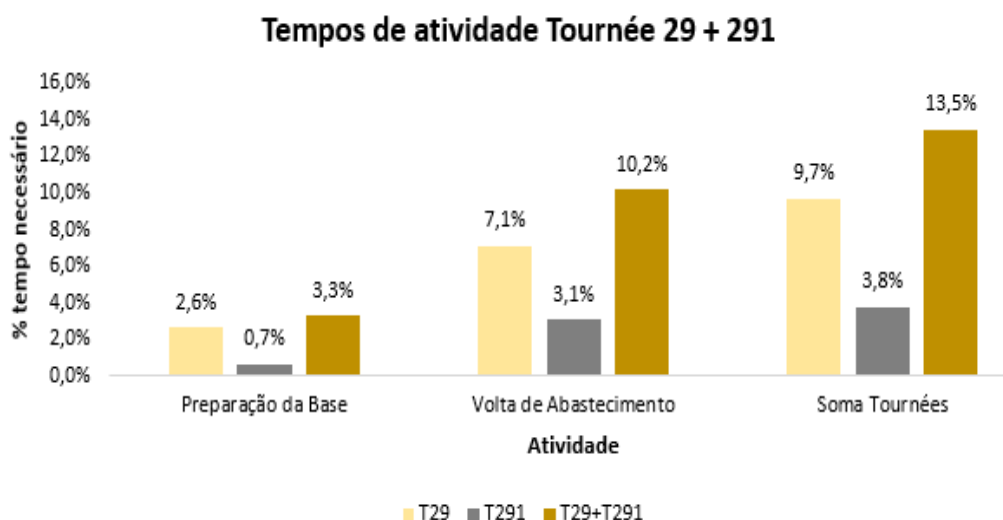


Figura 31- Estado inicial dos tempos de atividade das *tournées* 29 e 291.

A ergonomia das embalagens é uma das principais características a interferir nesta situação. Apenas 16,67% das referências da base da *tournée* 29 e 29,41% da *tournée* 291 se encontram num nível de aprovisionamento admissível segundo as normas estipuladas pela organização. Relativamente à duração, no conjunto das duas atividades cerca de 13,5% do tempo de um turno para um operador é despendido neste posto.

Tal como nas atividades analisadas anteriormente e orientando para a padronização do método de transporte de produtos para as linhas de montagem, também se procedeu à alteração do transporte para a utilização de uma estante móvel rotativa e também se analisou se a junção destas duas *tournées* de abastecimento era vantajosa.

Após a verificação das características da *tournée* em terreno fabril e consequente projeção em meio informático, esta estante implementou-se no terreno. No Anexo E encontra-se a ficha de melhoria para expor as alterações e os ganhos na substituição das duas bases planas móveis iniciais pela estrutura atual que incorpora a totalidade das embalagens. Os resultados dos índices ergonómicos da atividade alcançados com esta substituição mostram-se nos gráficos representativos (figura 32).

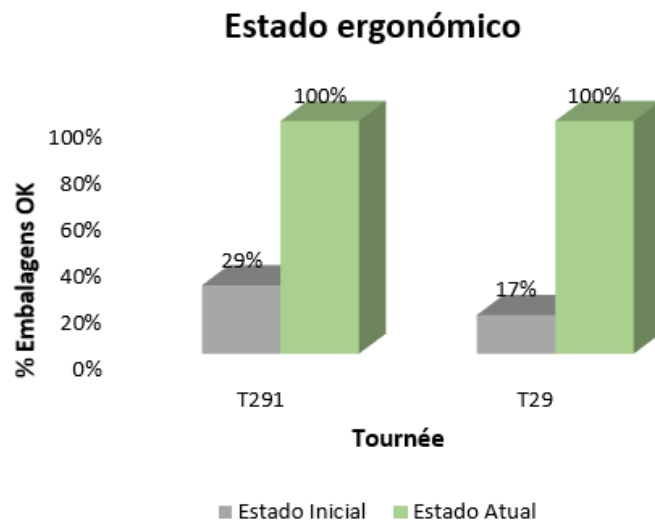


Figura 32- Nível ergonómico do aprovisionamento dos componentes nas *tournées* 29 e 291 antes e após as alterações.

Com a junção das duas atividades e com a alteração do método de transporte dos componentes verificaram-se melhorias no estado ergonómico do posto durante a atividade em análise. Com estas mudanças, todas as embalagens que armazenam os componentes associados a esta operação ficaram aprovisionadas num índice ergonómico não prejudicial à postura do operador.

Os dados comparativos entre as durações desta atividade antes e após as implementações estão expostos de seguida na figura 33, para se proceder a uma análise.

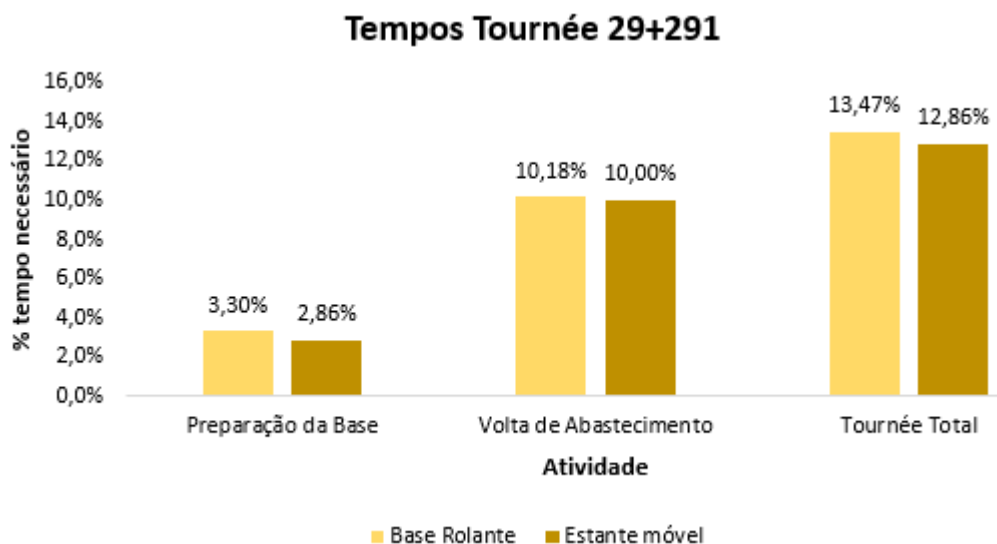


Figura 33- Durações das atividades das T29+291 antes e após as alterações.

Esta implementação resultou num ganho temporal para o operador. Verifica-se que os tempos dos processos de preparação da base abastecedora e da volta de abastecimento foram ajustados, reduzindo cerca de 0,6% da carga da atividade do colaborador por turno.

Acrescentando às vantagens apresentadas, o operador necessita apenas de realizar uma volta para estas *tournées*, ao invés do que acontecia anteriormente, em que precisava de executar uma volta de abastecimento por turno para cada uma. Ao final de um dia reduzem-se três voltas

na atividade do operador, o que corresponde a 792 voltas às linhas de montagem durante um ano e, assim, é reduzido um dos desperdícios *lean*, a movimentação. Com a eliminação de uma base rolante também foi libertado espaço na zona de estacionamento para se alocarem outras bases.

4.3.1.2. Sofrastock

O grupo Renault possui uma filial francesa que trabalha como fornecedor comum às fábricas mecânicas do grupo, a Sofrastock. Este fornecedor apresenta um armazém descentralizado que gere os abastecimentos de consumíveis internos, assim como de pequenas componentes para as fábricas clientes por todo o mundo.

A Sofrastock destaca-se internamente dos restantes fornecedores pois detém um método próprio de gestão de pedidos, não correspondendo ao *standard* Renault. Relativamente aos seus produtos para a produção de caixas de velocidades na CACIA, estes são da responsabilidade integral da logística interna da fábrica.

Internamente existe um colaborador logístico dedicado a este material que se responsabiliza pela reposição dos produtos em armazém e o seu abastecimento nas linhas de montagem. O armazenamento desses produtos associados à montagem de caixas de velocidades encontra-se localizado túnel C-D do armazém logístico. Relativamente ao abastecimento em linha, existe uma *tournée* dedicada a estes componentes, realizada com uma frequência de 24 horas, a T51.

A atividade de abastecimento deste posto é semelhante à executada pelo colaborador do posto afetado ao transporte dos POE's, pois a este está encarregue o transporte deste tipo de material até às linhas de produção. A diferença deste tipo de componentes para os restantes em fábrica está no método utilizado para a sua gestão, pois o operador dedicado após realizar o abastecimento efetua a contagem do inventário existente em armazém e introduz o mesmo em sistema e de seguida o TGP analisa e compara a produção real com o pedido planeado executado diariamente.

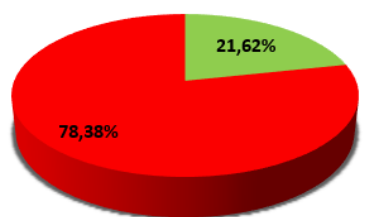
i) Tournée 51

Esta atividade concentra-se no abastecimento de produtos provenientes do fornecedor Sofrastock às linhas de montagem, sendo identificada com a cor preta e integrando a composição de ambos os tipos de caixas de velocidades fabricados na fábrica.

Esta volta concretiza-se diariamente a uma hora específica e contém nas linhas de montagem 21 pontos de abastecimento, onde são colocadas 20 referências. Os componentes desta *tournée* encontram-se armazenados no túnel C-D, juntamente com os restantes produtos que têm frequência de abastecimento de 2 horas.

Tal como realizado para as *tournées* executadas pelo operador dedicado ao transporte dos POE's, também neste caso se reuniram os dados necessários relativos ao estado de ergonomia neste posto de trabalho e os tempos da atividade (figura 34).

Ergonomia Tournée 51



■ % Embalagens c/ ergonomia aprovada
■ % Embalagens c/ ergonomia não aprovada

Tempos Tournée 51

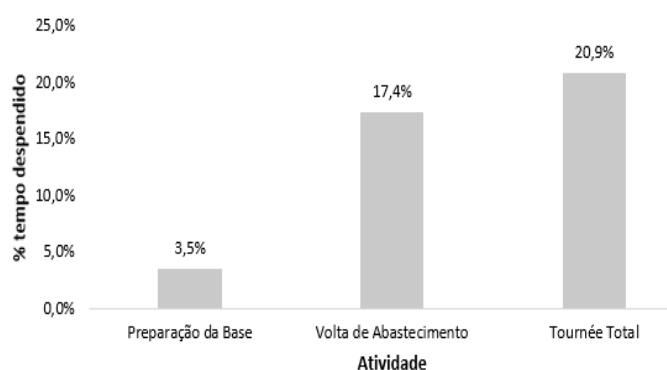


Figura 34- Taxa inicial ergonómica e temporal para as atividades relativas à T51.

Verifica-se que as embalagens referenciadas nesta base plana se aprovisionam em grande maioria fora do limite ergonómico desejável, não atingindo os 22% de conformidade.

Relativamente à percentagem de tempo despendido pelo operador na execução desta atividade, ele necessita de cerca de 21% do seu tempo para a realização da volta na totalidade.

De modo a minimizar estes valores ergonómicos negativos, propôs-se a execução do transporte deste posto de igual modo ao efetuado pelo operador POE's, alterando a estrutura móvel que suporta as embalagens até às linhas de montagem, com fim a aprovisionar componentes em alturas desejáveis às condições físicas do colaborador do posto e, assim, finalizar a padronização do processo de transporte dos componentes através de estantes móveis rotativas e eliminar a utilização de bases planas móveis.

Para a implementação da estante móvel rotativa, estudou-se a sua aplicação fisicamente e, seguidamente executou-se a sua projeção por meio informático. Devido ao elevado peso do conjunto dos componentes da *tournée* e consequente excesso na estrutura móvel, optou-se por se criar uma outra estante para ajudar no suporte e transporte das referências, passando a realização da *tournée* a efetuar-se por duas estantes devidamente atreladas ao invés de uma estrutura, como inicialmente. Foi aproveitado o espaço ganho com a eliminação da base da T291 para o estacionamento da estante adicionada nesta atividade.

Após estas implementações físicas recolheram-se novamente dados para se comparar o estado inicial e a situação após as alterações (figura 35).

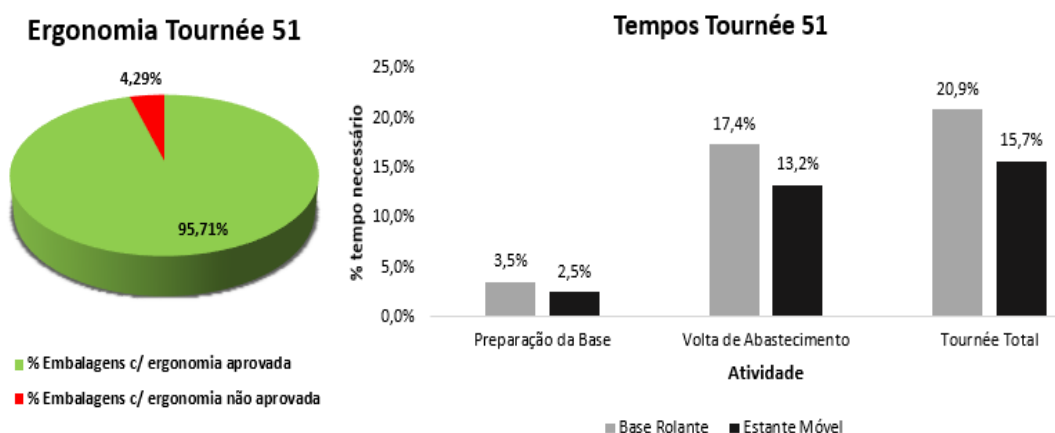


Figura 35- Estado ergonómico atual e durações das atividades da T51 antes e após alterações.

Com a alteração do método de aprovisionamento e transporte das embalagens de origem Sofrastock, alcançaram-se melhorias na taxa de conformidade da ergonomia, atingindo-se um nível superior a 95%. Apenas seis embalagens se situam a uma altura de aprovisionamento fora do aceitável, tendo existido atenção para a massa dessas embalagens não ser elevada (inferiores a 7 kg).

Esta implementação também proporcionou vantagens a nível de tempo necessário para a execução da atividade. Verifica-se que os tempos dos processos de preparação da base abastecedora e da volta de abastecimento foram reduzidos em 5,2% da carga do colaborador deste posto, equivalente a 23 minutos num turno.

Após a alteração das *tournées* de abastecimento das linhas de montagens, tanto com a adição de novas referências como com a alteração de componentes ou tipos de embalagem, também se ajustou o armazém para responder às necessidades físicas. Com essa mudança, a atualização de todos os ficheiros em suporte informático, assim como no painel dinâmico de gestão visual foi imprescindível, de modo a corresponder à realidade e a facilitar o trabalho para qualquer colaborador.

4.3.2. Armazém

O armazém logístico das caixas de velocidades encontra-se dividido em duas secções. A zona superior das estantes fixas onde se armazenam as grandes embalagens das referências e a parte inferior onde se situam os supermercados com os componentes alocados em pequenas embalagens. Existem dois túneis com supermercados logísticos, um referente aos produtos a abastecer nas linhas de montagem de 2 em 2 horas e outro para referências que são movimentadas a cada 8 horas.

O túnel A/B, relacionado com as referências que são transportadas para as linhas de montagem a cada 8 horas, aprovisiona os produtos segundo a sua *tournee*, estando dispostas em

sequência e identificadas com uma cor identificadora, de modo a se tornar visível e facilmente interpretável para todos os colaboradores, simplificando o seu trabalho.

O supermercado presente no túnel C/D aloca os produtos que se transportam para a zona de produção com maior frequência e dispõe-se segundo a mesma lógica do outro túnel e também devidamente identificado.

Com a integração da *tournée* 291 à *tournée* 29, propôs-se a união das localizações destas também em armazém, de modo a facilitar a tarefa do operador, e identificaram-se todas com a cor branca. Juntamente a esta nova localização foram aproveitadas as modificações para alterar no supermercado também as referências que não se encontravam numa altura ergonómica apropriada para a operação do operador. De seguida apresenta-se o estado inicial do armazém no que respeita à posição ergonómica de cada referência (figura 36).

Estado Ergonómico Estantes Armazém

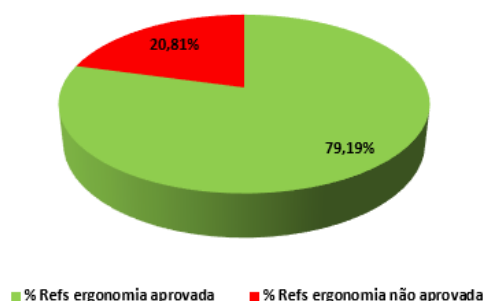


Figura 36- Estado inicial de ergonomia nos supermercados.

Tal como analisado anteriormente por interpretação do estado inicial do departamento de logística industrial, existem cerca de 21% de referências armazenadas numa altura ergonómica não benéfica à postura de um colaborador que execute um posto relacionado com o supermercado. O ideal seria minimizar este indicador até à inexistência de embalagens num índice NOK, otimizando o conforto para o operador.

Por forma a melhorar este indicador e coincidindo com a necessidade de alteração da localização das referências da antiga T291 para a zona da T29, necessitou-se de criar um novo nível, numa altura conforme, para a alocação dessas embalagens.

Após as alterações das localizações dos componentes da antiga T291, libertou-se espaço para a alocação de novos materiais. Deste modo e com o baixo índice de organização das embalagens Sofrastock em armazém, reaproveitou-se o espaço livre e geriu-se de modo a não deformar as embalagens de cartão. No Anexo F estão apresentadas as fichas de melhoria com as alterações realizadas em armazém nesta etapa.

Estas alterações provocaram uma melhoria dos índices de ergonomia do armazém dos componentes das caixas de velocidades (figura 37).

Estado Ergonómico Estantes Armazém

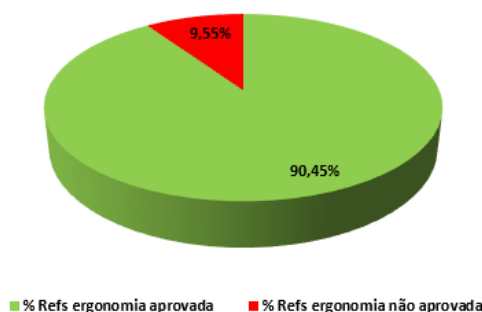


Figura 37- Estado atual do índice ergonómico nos supermercados logísticos.

Verificou-se uma diminuição da quantidade de referências fora da altura tolerável para a postura de trabalho do operador. Atualmente apenas cerca de 10% das referências afetadas às caixas de velocidade se encontram num índice não conforme.

Esta alteração veio facilitar a tarefa dos colaboradores, reduzindo o desperdício na movimentação e transporte de materiais que se presenciava com a disposição anterior do supermercado.

4.3.3. Quadro de gestão visual

O armazém possui dois quadros informativos à entrada dos túneis: um quadro dinâmico de gestão visual onde está anexada a disposição dos supermercados e as localizações de cada referência e outro com a gestão de sucata e indicadores logísticos associados.

O quadro dinâmico permite identificar os túneis e, tal como referido por Stephen Few (2006), este oferece uma importante solução visual para as necessidades informativas do armazém logístico.

Com a alteração de *tournées* e consequente modificação da localização em armazém, foi necessário efetuar a devida atualização do quadro que identifica o supermercado. Assim, reviram-se os estados de referência dos armazéns e analisaram-se e esboçaram-se as atuais localizações físicas para de seguida se atualizarem todas as informações.

Paralelamente a esta atualização, incorporaram-se os mapas dos percursos das *tournées* executadas com maior frequência e um outro anexo com a disposição completa do armazém. Este acréscimo propôs-se de maneira a que as informações do armazém se mantenham devidamente identificadas à entrada do mesmo, facilitando a procura das referências/*tournées* por parte de todos os colaboradores. O Anexo G demonstra o estado inicial do quadro e a situação após as alterações.

No que respeita ao quadro intitulado de “animação de sucata”, este permite que todos os colaboradores estejam informados acerca de diversos indicadores e objetivos a atingir. Este quadro engloba o seguimento da unidade elementar de trabalho (UET), o *matrix quality assurance*

(MQA), uma capa que integra diversos ciclos PDCA a respeitar e os seus dados mensais, uma área para aplicação de 5 porquês mensal e o seguimento diário.

Na zona destinada ao seguimento da UET encontram-se informações sobre o estado atual e o objetivo a seguir da situação da sucata proveniente da unidade de trabalho logística. No MQA estão presentes os gráficos com o nível da qualidade dos processos logísticos e destacam-se as fraquezas prioritárias a abordar. Na zona de PDCA identificam-se as causas da origem de sucata, os planos de ações para essa redução e os gráficos de Pareto associados aos planos. Na área dos 5 porquês estão anexadas informações sobre os motivos da sucata, os valores da mesma e fichas *standard* para a execução do método. Finalmente na localização do seguimento diário estão integradas as fichas padrão para indicar as ações de melhoria a aplicar.

O estado degradado do quadro e a sua desorganização geral desencadearam a sua alteração. Para se dar a modificação do quadro, organizaram-se as temáticas essenciais para os colaboradores se manterem informados sobre os indicadores, estado atual e objetivos a alcançar. Juntamente aos indicadores já existentes, colocou-se, por sugestão de vários operadores, uma área para colocar diversas fichas para registo de anomalias no posto de trabalho e uma zona de seguimento de problemas da UET.

Após estarem decididos os indicadores e informações a colocar no quadro, este foi organizado em colunas facilmente identificáveis e perceptíveis. Depois da alteração efetuada, o quadro apresenta uma gestão visual muito mais apta e agradável à visão de todos os colaboradores, facilitando o trabalho e motivando os colaboradores no cumprimento dos seus objetivos (ver Anexo G).

4.3.4. Rotas de abastecimento

Após as implementações das estantes móveis rotativas para a execução das *tournées* e das respetivas cronometragens dos tempos de abastecimento, realizaram-se medições e foram analisados os trajetos desde os supermercados logísticos onde estão armazenados todos os componentes de origem externa das caixas de velocidades até aos locais destinados das linhas de montagem.

Com estes dados e com a observação dos movimentos dos dois operadores dedicados ao transporte dos POE's e Sofrastock, foi possível realizar uma análise aos desperdícios existentes nestas atividades através de um diagrama de *spaghetti* (figura 38).

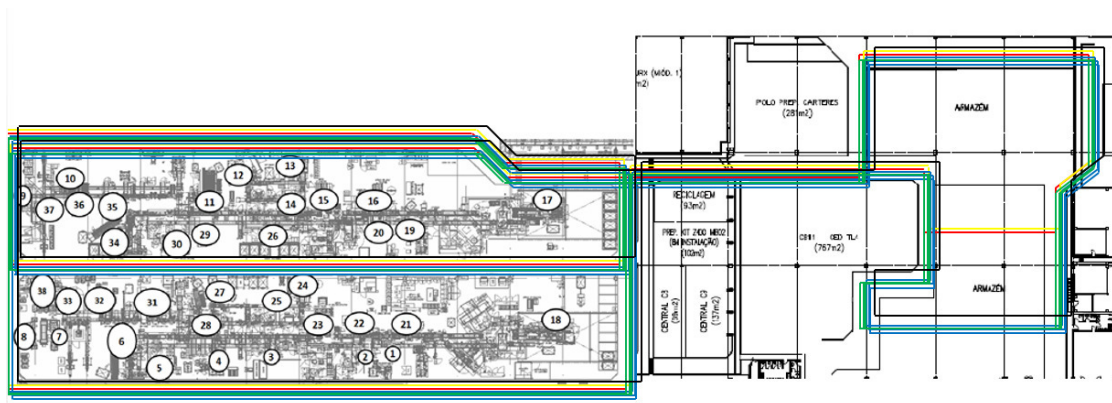


Figura 38- Diagrama de *Spaghetti* para o movimento do operador no transporte das *tournées*.

Com a observação e análise do diagrama apresentado, detetou-se um excesso de movimentos e transportes praticados pelo operador em serviço.

Uma forma de minimização das deslocações efetuadas nestes dois postos foi a junção de *tournées*. Essa ideia já foi concretizada numa das *tournées* analisadas anteriormente com a integração da volta 291 com a 29.

Para se reduzirem a quantidade de movimentos, a alteração das voltas de frequência 2 horas para 8 horas seria uma possibilidade, no entanto, não existiria capacidade suficiente para suportar os componentes necessários em bordo de linha.

Uma outra hipótese a investigar é a implementação de sistemas AGV. Esta utilização apenas poderia resolver problemas de transporte das embalagens para as linhas de montagem, pois seria necessário um operador dedicado para colocar os componentes na estrutura móvel que o AGV suportaria e um outro no posto de abastecimento em bordo de linha. Para eliminar essa atividade humana, a aplicação de um sistema *karakuri* nas estantes de bordo de linha e nos supermercados é uma possibilidade para estas se adaptarem às alturas de recolha de embalagens provenientes do AGV, de maneira a eliminar a atividade de carregamento dos postos de abastecimento e automatizar esse processo por completo. Apesar deste estudo e das vantagens que poderia proporcionar, a unidade fabril não define esta alteração como prioridade; porém existe uma perspectiva que no futuro haverá uma maior automatização de fluxos, e é possível esta ação ser uma das implementadas.

Como não se verificou qualquer outro desperdício em que a fábrica conseguisse atuar, planeou-se um estudo de otimização de rotas, aplicando o *travelling salesman problem*, por forma a obter um percurso ideal para o transporte de embalagens até à linha de montagem.

Ocorreram dificuldades na aplicação deste método pois as duas linhas de montagem são contínuas, ou seja, não possuem qualquer intervalo para passagem de componentes entre postos e porque praticamente todas as “estradas” são de sentido único, o que faz com que as rotas já se encontrem devidamente otimizadas para esses percursos, portanto não se alterou qualquer percurso e concluiu-se que o trajeto está devidamente otimizado para as circunstâncias existentes.

4.3.5. Plano das voltas dos POE's

Inicialmente, o operador afetado ao transporte dos POE's não tinha um plano pré-estabelecido com as tarefas a executar durante o turno de atividade, guiava-se apenas por uma folha de operação *standard* que continha os passos a executar na preparação das bases rolantes e as horas de abastecimento para cada *tournée* (ver Anexo B).

Após entrevistas a vários colaboradores com conhecimentos sobre este posto, concluiu-se que existiam problemas na gestão do tempo com o excesso de atividades planeadas. Para melhorar as condições de trabalho deste operador propôs-se o estabelecimento de um plano de abastecimento mais completo para a execução das diversas tarefas. Este plano idealizou-se como tendo o formato de um "livro do posto" com todas as informações a saber sobre o mesmo.

Na realização desta planificação observaram-se todas as atividades do colaborador deste posto durante cada turno de trabalho. Após diversos questionários realizados a operadores e condutores de linha, criou-se um documento *excel* com todas as informações necessárias para a execução deste projeto.

O ficheiro cont  m todas as *tournées* de abastecimento com os seus respetivos componentes, trajetos mapeados, localização em armazém, capacidade e tempo de autonomia de cada produto no posto e quantidade de embalagens necessárias a fornecer em cada local de abastecimento (figura 39).

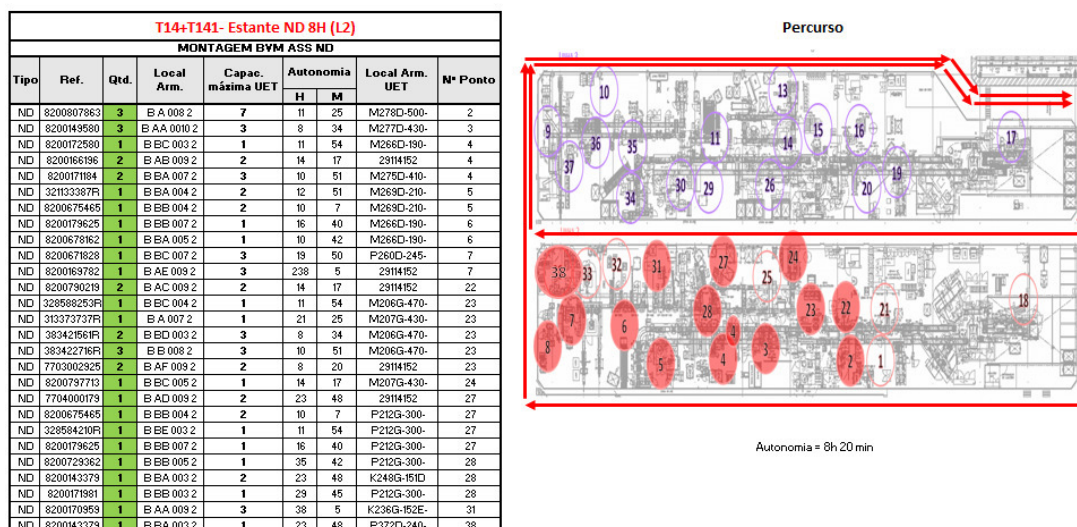


Figura 39- Exemplo de informação providenciada pelo novo plano.

Em relação ao problema prioritário a resolver com este plano de atividades, está exposto de seguida o horário devidamente organizado para o posto dos POE's (figura 40).

Horário 1ª Equipa			
Atividade	Hora Início	Hora Fim	Duração estimada
Reunião 5min	06:00	06:05	00:05
T12 + T16	06:05	06:55	00:50
T14	06:55	07:15	00:20
Desmixagem	07:15	07:30	00:15
T10 + T11	07:30	08:05	00:35
T12 + T16	08:05	08:55	00:50
Desmixagem	08:55	09:20	00:25
Pausa 1	09:20	09:30	00:10
T10 + T11	09:30	10:05	00:35
T12 + T16	10:05	10:55	00:50
T10 + T11 + T29	10:55	12:15	01:20
T12 + T16	12:15	13:05	00:50
Pausa 2	13:05	13:25	00:20
T10 + T11	13:25	14:00	00:35

Figura 40- Novo horário da 1ª equipa logística.

O horário de realização de cada volta de abastecimento foi estudado por forma a coincidir com o tempo de autonomia do componente com menor capacidade de cada *tournée* na linha, de modo a não originar paragens de produção. Para a realização deste horário, verificaram-se os postos em bordo de linha para se garantir a existência de espaço suficiente para conter as embalagens planeadas para a duração estabelecida. Nos casos em que esse espaço não correspondia ao delineado, efetuaram-se alterações no posto por forma a capacitar mais componentes, como o aumento do diâmetro de tubos, ampliação do comprimento das estantes de bordo de linha e a inclusão de novos níveis de estantes para acomodar novas embalagens (ver Anexo H).

4.3.6. Operação *picking*

O “*picking*” corresponde ao abastecimento dos *kits* de carretos das árvores primárias e secundárias no início das linhas de montagem das caixas de velocidades. Três operadores logísticos são necessários na execução deste posto, estando dois dedicados aos produtos originários da fabricação interna, um para cada linha de montagem, e um outro responsável pelo abastecimento e transporte dos componentes fabricados pela fábrica de Cleon.

Os componentes produzidos em CACIA associados aos *kits* de carretos das árvores primárias e secundárias das diversas caixas de velocidades encontram-se localizados num supermercado intermédio. Esses componentes são aprovisionados pela fabricação após a operação denominada de retificação. Os componentes Cleon armazenam-se num supermercado na zona do centro de produção logística (CPL) e aprovisionam-se por ação de um colaborador logístico encarregue pelo descarregamento de cami   es.

a) *Picking* produtos origem *usage*

A atividade que abrange os produtos originários da fabricação interna passa pelo transporte de determinados componentes planeados pelo TGP, desde a zona de *picking* onde estão alocadas até à zona de processamento do *kitting* – realização dos *kits*.

Os colaboradores dedicados aos produtos internos têm como tarefa abastecer uma base rolante consoante a ordem de fabrico (OF) planeada. O modo de transporte destas embalagens necessita de um elevado esforço por parte dos operadores, pois estes carregam as bases desde o ponto onde ocorre o abastecimento até às estantes destinadas no início das linhas de montagem. Ao deslocar-se até à zona de descarga de embalagens, o operador logístico abastece a devida estante fixa com as referências indicadas e insere o código presente na embalagem em sistema, de modo a que o índice dos componentes seja validado e reduzida a quantidade internamente. Este processo procede em ciclos de 15 minutos.

A figura 41 apresenta uma representação do processo inicial de *picking/kitting* com as respetivas manipulações do operador logístico até às linhas de montagem.

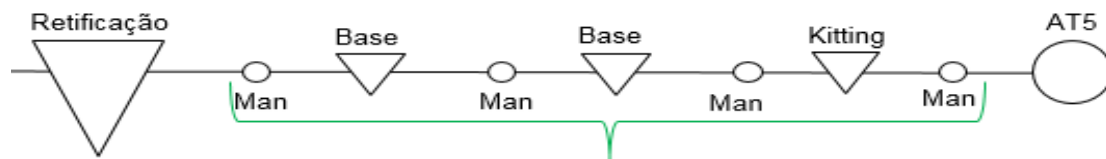


Figura 41- Diagrama manipulações *picking/kitting*.

Pode-se observar que esta atividade tem como ator principal o operador logístico e este está presente em todas as tarefas para a realização do posto até à atividade de *kitting*.

Por forma a minimizar os desperdícios, inicialmente entrevistaram-se determinados atores presentes neste processo, nomeadamente os engenheiros de produção, os operadores do posto e os chefes na unidade elementar de trabalho, de modo a obter *feedbacks* em relação ao modo de funcionamento e aspetos a melhorar na operação. Os componentes em falta nas embalagens na estante do *picking* e o deslocamento manual da base foram os problemas alertados a focar para uma possível melhoria.

Após as entrevistas, efetuou-se uma *waste walk* e cronometragens para identificar oportunidades de melhoria nas tarefas realizadas pelo operador logístico. Na execução desta análise sentiu-se a necessidade de se considerar alguns fatores:

- Com a rotatividade presente nas atividades associadas à logística interna, as atividades são realizadas por vários colaboradores e cada um deles tem os seus procedimentos para cada operação, podendo existir variações nas amostras de tempos para cada operação;
- Para a linha 2, uma OF de 48 unidades é executada com um *takt time* de 30 minutos e, geralmente, são abastecidas duas bases planas rolantes antes do aprovisionamento das

referências na estante do *kitting*. Assim, todas as bases têm um tempo de paragem de aproximadamente 1 hora, sem qualquer utilização;

- Para a linha 3, uma OF de 48 peças é realizada a cada 30 minutos e normalmente existem quatro bases móveis abastecidas antes do aprovisionamento na estante do *kitting*, estando cada base inutilizada durante 2 horas.

A seguir apresenta-se a execução da ficha da *waste walk* devidamente preenchida na análise deste processo (tabela 1).

Tabela 1- *Waste Walk Sheet: Picking*.

Desperdício	Observação	Impacto na cadeia de valor	Tipo de problema	Possíveis soluções
Espera	Paragem de linha	Atraso de produção	Trabalho	Mudança de <i>Layout</i>
Inventário	Material parado na BR	Duas bases em espera para a L2; Quatro bases em espera para a L3; Entre 120 e 240 minutos com <i>stock</i> inutilizado	Fluxo	Mudança de <i>Layout</i> ; Seguimento do plano de produção
Transporte	Elevada distância entre o início do abastecimento da BR e a estante do <i>kitting</i>	179 segundos	Trabalho	Mudança de <i>Layout</i> ; Utilização de AGV
Processos	Transporte por ação humana	818 segundos	Fluxo; Trabalho	Mudança de <i>Layout</i>
Movimentação	Elevada distância entre o início do abastecimento da BR e a estante do <i>kitting</i>	818 segundos	Fluxo	Mudança de <i>Layout</i> ; Utilização de AGV; Novo operador

Por interpretação da tabela 1 identificaram-se a maioria dos desperdícios ocorridos durante este processo. Estes foram:

- Tempo de espera – por vezes existem paragens de produção e o operador logístico necessita de esperar até conseguir colocar o material da OF seguinte na estante *kitting*;
- Inventário excessivo – existem zonas com *stock* em espera para utilização que causam desperdício para a empresa e, com isto, não se cumpre com o sincronismo entre fornecedor e cliente interno;
- Transporte de material – elevada movimentação das bases rolantes por um longo período de tempo;
- Excesso de processamentos – existem processos que são *muda* e podem ser excluídos, como a preparação da base e o transporte até à estante do *kitting*;
- Movimentação em excesso – a longa distância a percorrer neste processo deveria ser reduzida, pois existe uma acumulação na carga para o operador de serviço.

No global e em análise com a restante equipa de progresso logístico e fabricação AT5, concluiu-se que o tempo de ciclo das embalagens em processo nas bases rolantes necessita de ser reduzido e esta é a maior causa para os problemas existentes.

Uma embalagem que tenha como destino a linha 2 consome em média 4107 segundos para realizar o circuito previsto até ser a provisionada na estante do *kitting*, enquanto que para a linha 3 está em processo durante 7736,5 segundos (ver Anexo I). Com a alteração de *layout* e eliminação da estante de *kitting*, passando o *picking* e o *kitting* a executarem-se na mesma zona, é possível eliminar a movimentação existente nesta atividade, reduzir o tempo de ciclo de uma embalagem, minimizar o número de processos e eliminar o material em fila de espera.

As alterações de *layout* (ver Anexo J e Anexo K) e a implementação do AGV foram as medidas propostas a alterar na atividade de modo a se atingir uma redução de desperdícios, por forma a se atingir uma aproximação ao sincronismo com o cliente. A representação da situação final apresenta-se na figura 42, com as respetivas diminuições de manipulações e a ação do AGV.

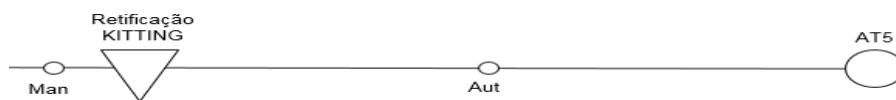


Figura 42- Diagrama manipulações *picking/kitting* após mudança de *layout*.

O transporte da base rolante e o carregamento das embalagens nas estantes do *kitting* serão eliminados com este plano de ação. Sendo este um posto com necessidade de um grande esforço físico por parte do operador, esta ação necessita de ser eliminada para evitar possíveis lesões futuras e libertar o colaborador logístico para outras funções. Também se perspetiva a redução do número de operadores deste posto para apenas um colaborador para controlar a conformidade do processo, havendo um lucro anual monetário para a empresa a rondar os 30.000€. Com a inclusão do AGV, e sendo este um autómato, irá substituir a tarefa do operador no transporte das embalagens desde a zona de preparação do *kit* até à linha de montagem respetiva, sendo apenas necessária mão-de-obra na preparação dos *kits*. Por forma a se quantificar o número de AGV's necessários para satisfazer a necessidade desta atividade sem originar paragens no fluxo, realizaram-se os cálculos apresentados seguidamente (tabela 2):

Tabela 2- Quantificação de AGV's para o *picking* POU.

1 turno											
Produção	700	unidades									
TCy	150	segundos									
Turno	455	minutos									
Capacidade AGV	6 kits										
Fator Tráfego	0,9										
Fator Externo	0,95										

Teórico AGV L2			Teórico AGV L3		
Tempo/Volta	10,1	minutos	Tempo/Volta	11,0	minutos
Voltas possíveis	75,0	voltas	Voltas possíveis	59,9	voltas
NºAGV's	0,51		NºAGV's	0,55	
	1,00			1,00	

Origem	Destino	Embalagem	Distância (m)	Freq. 1 unid (min)	Viagens	Velocidade (m/min)	T ciclo kit (s)	Tc 48 kits (min)	Nº AGVs	Tc 6 kits (s)
Kitting L2/L3	L2	paleta	65,6	3,6	125,8	20	25	20	0,51	150
L2	Kitting L2/L3	paleta	110	6,1	75,0					
Total	--	--	175,6	10,1	44,9					
Kitting L2/L3	L3	paleta	53,33	2,9	154,8	20	25	20	0,55	150
L3	Kitting L2/L3	paleta	137,8	7,6	59,9					
Total	--	--	191,13	11,0	41,2					

tempo turno	455	min
-------------	-----	-----

Os dados foram recolhidos e os tempos de ciclo e *takt times* analisados e, consequentemente, calculado o número de AGV's necessários, tendo sempre em atenção os coeficientes de atraso que possam ocorrer durante o percurso de um autómato.

Concluiu-se a necessidade de implementar dois AGV's, sendo um dedicado a cada linha operativa, de modo a responder ao sincronismo entre as linhas de produção dos componentes retificados com as linhas de montagem de caixas de velocidades.

De seguida, a tabela 3 apresenta o tempo de ciclo de utilização de um componente integrante dos *kits* de carretos das árvores primárias e secundárias durante o processo de *picking* e a previsão destes valores após as alterações planeadas.

Tabela 3- Tempo de ciclo de uma peça durante o *picking/kitting* tempo em segundos.

	Antes		Depois
	Linha 3	Linha 2	Linhas 2 e 3
Atividade	Duração (s)	Duração (s)	Duração (s)
Impressão da OF	3,1	3,1	0,0
Carregamento da BR	163,5	171,3	0,0
BR carregada em fila de espera	7200,0	3600,0	0,0
Carregamento da estante do kitting	341,5	351,5	0,0
Operação: Kitting	24,3	22,9	23,6

Com esta alteração de *layout* e consequente utilização de um AGV para transporte dos *kits*, prevê-se a eliminação de material em fila de espera abastecido em base rolante e a eliminação da tarefa de *picking*, passando apenas a existir a operação de preparação de *kits* e as atividades seguirem um fluxo contínuo.

A conclusão e consequente aplicação em terreno deste projeto está prevista para junho de 2018, pelo que as vantagens com esta alteração são apenas antevisões.

b) *Picking* produtos origem interna

Relativamente aos componentes de origem Cleon, o processo é um pouco distinto do analisado anteriormente, pois a origem dos componentes é externa. Para esta tarefa existe um operador presente no CPL que carrega a base com os componentes indicados na OF e esse mesmo transporta a base até à zona de *kitting*, por meio de um *charlatte*.

De modo a identificar oportunidades para eliminação de desperdícios procedeu-se a uma recolha de tempos, pois segundo os operadores que executam esta função, o tempo que é despendido no transporte das bases até à zona de preparação dos *kits* é muito elevado. Os dados da recolha de amostras temporais são apresentados de seguida (tabela 4).

Tabela 4- Amostras de tempos das tarefas do *picking* POI Cleon (tempo em minutos).

Atividade	Duração						
	t1	t2	t3	t4	t5	t6	\bar{t}
CPL - Kitting	02:24	03:12	03:44	02:52	02:13	03:14	02:56
Kitting - CPL	01:55	02:32	02:04	02:18	01:36	02:01	02:04
Abastecimento da base	03:32	03:14	04:02	04:05	05:25	03:39	03:59

Em média, pela atividade total de abastecimento da base rolante e transporte desta até à zona do *kitting*, são necessários 9 minutos do tempo deste operador dedicado.

Para eliminar a atividade de transporte do operador logístico e assim auferir tempo para a realização de outras tarefas, propuseram-se duas soluções: a alteração do *layout*, aproximando a zona onde se encontra o material externo ao posto *kitting*, ou implementar um AGV para executar o transporte dos produtos até ao *kitting* e assim eliminar essa tarefa logística.

A alteração do *layout* e da alocação de materiais seria dispendiosa para a empresa e não era vantajosa para o restante funcionamento. Por forma a melhorar o indicador de automatização de fluxos, procedeu-se então a uma alteração do meio de deslocação e, assim, irá ser incorporado um AGV para eliminar desperdícios nesta atividade. Prevê-se que o AGV trará benefícios no que respeita ao tempo útil com a eliminação da tarefa do transporte e apenas a serem necessários 5 minutos para o abastecimento da base e colocação desta na zona onde passa o AGV, monetariamente com o menor consumo de bateria do *charlatte*, a nível de segurança e também a nível de ergonomia.

Para a implementação de sistemas AGV, primeiro realizou-se um estudo referente à rota a executar e de seguida foi delimitado no terreno fabril o trajeto (ver Anexo K). Na decisão deste trajeto houve em consideração os sentidos de orientação da fábrica e calculou-se o percurso que necessitava de menos tempo para realizar a viagem. Para idealizar a quantidade de autómatos para cada linha de montagem, realizou-se uma análise de tempos para um AGV percorrer o trajeto planeado, com adição de um fator de atraso, e estimou-se o tempo de ciclo de um operador na realização de seis *kits*, com capacidade máxima a transportar por um AGV (tabela 5).

Tabela 5- Quantificação de AGV's para o *picking* POI Cleon.

1 turno		
Produção	700	unidades
TCy	31,2	minutos
Turno	455	minutos

Capacidade AGV	1	estante
Nº viagens com carga	10	
Fator Tráfego	0,9	
Fator Externo	0,95	
Tempo carregar estante	6	min

Teórico AGV		
Tempo/Volta	46,7	minutos
Volts possíveis	9,7	voltas
NºAGV's	1,50	2 Linhas
Total	2,00	4 AGVS

	Deslocação	T_Operação	
Carregar AGV	46,7	6	52,7 minutos

Origem	Destino	Embalagem	Distância (m)	Freq. 1 unid (min)	Viagens	Velocidade (m/min)	Nº AGVs	Tc OF48
Kitting L2/L3	CPL	Estante móvel	345	19,0	23,9	20		31,2
CPL	Kitting L2/L3	Estante móvel	360	19,8	22,9			
Total	--		705	46,7	9,7		1,50	

tempo turno	455	min
-------------	-----	-----

Conforme o estudo, planearam-se quatro AGV's na totalidade dedicados a esta atividade, sendo afetados dois para cada linha de montagem de modo a satisfazer as necessidades da produção.

Para excluir também uma das tarefas de carregamento dos componentes da base rolante para a estante de bordo de linha, delineou-se a utilização de estantes móveis rotativas, de maneira a aprovisionar os produtos num nível de ergonomia ajustado ao operador e servir diretamente como estante do posto para a atividade de *kitting*, com as alturas de aprovisionamento devidamente aprovadas para a fabricação e com os componentes devidamente ordenados para facilitar a realização da tarefa no posto. Para a projeção e planificação desta estante, concretizou-se o estudo utilizando o ficheiro *standard* de construção de estantes, tal como o executado no estudo das *tournées*.

De modo a perspetivar a quantidade de estantes móveis rotativas necessárias para a realização de toda a atividade proceder continuamente, analisaram-se as durações no transporte dos AGV's no percurso delineado e o tempo de ciclo do operador na tarefa de *kitting*, de modo a cumprir o sincronismo entre as atividades. Concluindo este estudo e em reunião com vários diretores de departamentos, determinou-se a necessidade de implementar doze estantes móveis rotativas para garantir o constante funcionamento das atividades. Quatro das estantes planeiam-se que permaneçam em funcionamento diretamente nos postos de montagem, de modo a que o operador nunca interrompa a sua operação. Numa zona próxima do posto de preparação dos *kits* existirá uma área para se estacionar uma estante para cada linha de montagem, que funcionará como suplente e será colocada no posto após o uso total das embalagens de uma das estantes. Duas outras estantes estarão no CPL a serem abastecidas por um operador dedicado, enquanto as restantes movimentar-se-ão sendo transportadas por AGV. O autómato possui a capacidade de recolher a base rolante e libertá-la sem a ajuda de ação humana.

No global, com a implementação de AGV's nesta atividade e a alteração do meio de transporte das embalagens para estantes rolantes, desperdícios como os processos de atividade do operador logístico e o transporte via *charlattes* serão eliminados, otimizando-se esta operação.

A ergonomia também é um forte fator focado, pois o número de manipulações será reduzido e a altura de aprovisionamento das embalagens atinge a conformidade consoante os esforços físicos estipulados para a operação do operador. A segurança considera-se o fator com maior benefício com a redução da utilização de *charlattes* em zona de fabricação.

5. Resultados

Com a alteração do método de movimentação de embalagens para as linhas de montagem em detrimento de bases planas rolantes, investiram-se cerca de 21.000€. As vantagens criadas com estas alterações não são verificadas em lucros monetários diretos, mas sim com a obtenção de um maior conforto dos colaboradores e noutros recursos. A seguir apresentam-se as vantagens verificadas nos diversos aspetos, juntamente com as mudanças a ocorrer no posto *picking*:

- **Ergonomia** - a saúde de todos os colaboradores é preponderante para a empresa e para a garantia do futuro da fábrica. Esta preocupação com o bem-estar origina uma maior motivação perante todos e contribui para uma melhoria do seu desempenho. Indo ao encontro do referido por De Arruda e Gontijo (2012) relativamente à ocupação de componentes a uma altura favorável à sua operação e sendo a colocação das embalagens dos produtos da CACIA em estantes, estas situar-se-ão por regra numa prateleira a uma altura favorável à melhor postura do operador, dentro da janela ergonómica idealizada para o seu aprovisionamento, tal como analisado na pesquisa bibliográfica realizada seguindo os princípios da ergonomia. Outro dos princípios passa pela redução de movimentos do operador logístico que se reduz com a funcionalidade de rotação da estante, não necessitando de se deslocar constantemente para organizar e colocar as embalagens ao longo da base plana, bastando apenas colocar no local de aprovisionamento destinado. Na figura 43 apresentam-se as evoluções ergonómicas atingidas com as alterações ocorridas durante o trabalho realizado.

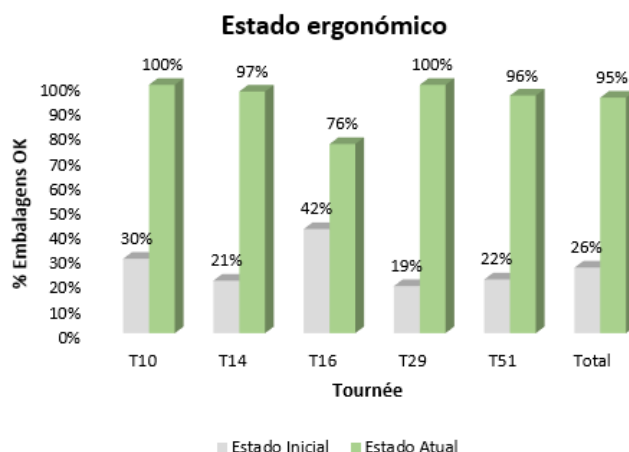


Figura 43- Comparação estado ergonomia antes vs atual.

Observa-se que a percentagem de embalagens aprovisionadas a uma altura admissível no seu transporte durante o abastecimento às linhas de montagem melhorou de 25.34% até 94.98%. Com as respetivas alterações em armazém/supermercado logístico, o aprovisionamento das embalagens também progrediu, atingindo uma taxa de ergonomia conforme de 90.45%. Confirma-se o afirmado por Jagusiak-Kocik (2017) e Shoji e Kukobo (2016), com a utilização da ferramenta PDCA a tornar-se bastante útil na resolução do problema ergonómico e progressiva melhoria do mesmo. No posto *picking/kitting* prevê-se a redução de manipulações humanas e minimização dos

desperdícios relacionados com esta atividade. Em suma, desenvolveram-se postos mais ergonômicos nas atividades analisadas.

- **Segurança e redução de quedas** – sendo a base e as respectivas rodas certificadas pela sua entidade fabricante, esta garante a conformidade de todas antes da implementação em terreno de fábrica. Com esta certificação e com o estudo do centro de gravidade para cada estante móvel, prevê-se uma redução da quantidade de quedas de embalagens;

- **Alocação de embalagens** – no método de alocação antigo existiam dificuldades no aprovisionamento de embalagens na estrutura móvel. Não se seguia um *standard* de colocação das referências na base e, por vezes, não existia espaço suficiente para se transportarem os componentes necessários, havendo atrito entre UC's na ação de as retirar da estrutura. Através de entrevistas a operadores, concluiu-se que esse aspeto foi melhorado significativamente com a aplicação de níveis em altura com filas e roletes para o aprovisionamento de uma embalagem específica, existindo espaço suficiente para o transporte de todas as referências planeadas;

- **Carga do operador** – o escasso tempo que o operador do posto do abastecimento dos POE's tinha para realizar as suas atividades era um problema que causava desmotivação. Com as alterações das estruturas móveis foram reduzidos os tempos das atividades neste posto (figura 44).

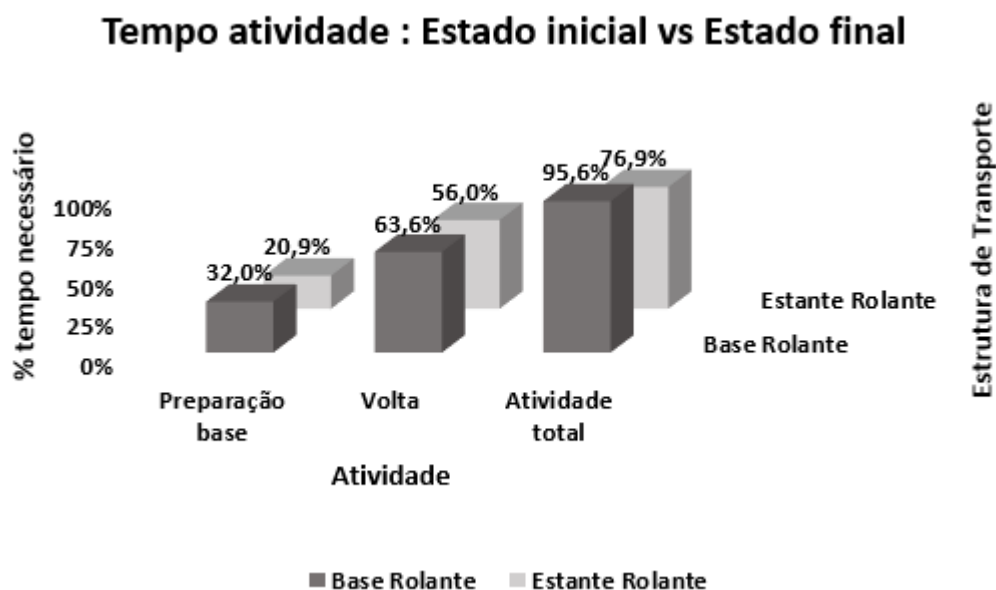


Figura 44- Tempo de atividade: estado inicial vs estado atual.

O tempo total da atividade do operador que executa o posto das voltas de abastecimento dos POE's reduziu-se cerca de 19%, resultante num ganho de 85 minutos para realizar outras atividades e assim diminuir o *muri* e a pressão sentida regularmente antes da mudança.

- **FIFO** – existe a garantia que o primeiro produto a ser aprovisionado no local respetivo da estante é o primeiro a ser abastecido na linha de montagem, eliminando a possibilidade de existência de peças não conformes causadas pelo desgaste que estas sofrem com o decorrer do tempo e permitindo uma maior rotatividade do *stock*;

- **Respeito pelo *standard*** – com a composição da plataforma transportadora em forma de estante, cada referência tem um local destinado devidamente identificado na estrutura, não permitindo ao operador do posto desrespeitar a ordem e zona de aprovisionamento;
- **Gestão visual** – as estantes móveis transmitem uma melhor organização e aspeto visual no aprovisionamento e transporte dos produtos. O impacto positivo desta medida resultou na admiração e replicação para outras unidades do grupo. Tal como demonstrado por Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2009) a modificação dos painéis de gestão visual e a criação de um plano de trabalho para o posto dos abastecimentos dos POE's também motivou os colaboradores da organização, passando a ter as suas tarefas planeadas;
- **Inventário em atividade** – com as alterações a executar no posto *picking* AT5, para além de ser eliminada uma atividade a executar pelo operador logístico e consequente redução do tempo de ciclo para certas referências, prevê-se uma redução do nível de *stock* em atividade e uma aproximação ao sincronismo entre postos da montagem de CV;
- **Automatização de fluxos** – a aplicação de AGV's nas atividades do posto *picking* AT5 tende a melhorar o indicador de automatização de fluxos e foi ao encontro do objetivo da empresa em reduzir a quantidade de *charlattes* em zonas de fabricação.

Apesar das vantagens apresentadas anteriormente, é relevante reportar a ocorrência de dificuldades iniciais na visão do colaborador executante dos novos processos do posto. A conhecida “resistência à mudança” tornou-se evidente nos primeiros momentos, com os colaboradores a não se manifestarem satisfeitos com as alterações implementadas. A falta de visibilidade à retaguarda e a maior dificuldade na execução das curvas foram fatores negativos expressados. Contudo, e seguindo as regras da CACIA, caso o operador, devidamente habilitado para condução de *charlatte*, execute os percursos com a velocidade estabelecida, a dificuldade de transporte das estruturas móveis é idêntica à anteriormente existente, não ocorrendo risco de acidente. Atualmente, os colaboradores já admitem a existência de benefícios com as alterações implementadas, empregando o seu posto com uma maior motivação e reconhecendo a importância das alterações.

6. Conclusões

Este capítulo estabelece uma análise crítica sobre os resultados atingidos e considerações acerca destes. O trabalho presente permitiu um aprofundamento dos conhecimentos relativos à prática de metodologias e ferramentas *lean*, em conceito teórico e no terreno.

6.1. Crítica sobre os resultados obtidos

A atual situação socioeconómica promovida pela alta competitividade existente incita a constante procura pela melhoria por parte de todas as organizações. Para isso, a progressiva procura por oportunidades de melhoria e respetiva ação *lean* para criar valor torna-se imprescindível.

Segundo a visão da Renault Cacia em se posicionar e manter na vanguarda no nível dos indicadores de serviço de entre as fábricas do grupo, uma cultura de progresso constante tem que estar presente na filosofia da empresa em todos os departamentos.

O presente relatório foi desenvolvido no projeto de padronização de meios, na área do progresso logístico referente às caixas de velocidades da Renault Cacia. Com as prioridades da fábrica focadas na segurança, qualidade e serviço, a organização pretende garantir o cumprimento destes três âmbitos, melhorando os seus resultados dia após dia, com a redução constante de desperdícios.

O projeto surgiu através da análise ao estado inicial das atividades do departamento logístico, com a recolha e interpretação de dados, identificando os postos com oportunidades de melhoria. Foi possível identificar que as atividades logísticas respondem às necessidades dos clientes, existindo por vezes falhas devido à sobrecarga e falta de organização em alguns postos. Após os estudos realizados relativamente às alterações a se concretizarem e às implementações em terreno efetuadas, registou-se uma normalização do processo de transporte de embalagens de componentes de origem externa, com melhoria dos indicadores ergonómicos associados ao posto dos POE's, com um resultado a superar os 80% propostos, atingindo os 90% de aprovisionamentos a corresponder à conformidade. Com a redução dos tempos de realização das atividades deste operador dedicado e a formulação de um plano de trabalho, a sua pressão e carga reduziu-se em 18,7%, libertando-o do *stress* constante presente anteriormente e motivando-o à realização das atividades com maior tranquilidade.

Relativamente ao posto *picking*, eliminou-se um processo que era considerado desperdício, melhorando a fluidez do fluxo dos componentes e reduzindo a quantidade de material em ordem de fabrico. Ir ao *gemba* considerou-se fundamental nestas atividades, pois apenas com uma visão do que se sucede em terreno é que se detetam anomalias e se definem ações *lean* para as resolver, por forma a eliminar desperdícios.

No que respeita ao futuro que a Renault Cacia tem em mente, a automatização de fluxos por utilização de autómatos tende a aumentar, sendo um dos projetos “zero empilhadores” focado para esse ponto, a fim de eliminar progressivamente a utilização de *charlattes* e empilhadores em zonas de fabricação. Foi planeada a implementação de AGV's nos processos do posto de *picking*.

Após estas implementações está prevista uma redução da quantidade de recursos humanos dedicados a estas atividades e uma melhoria ergonómica com a redução de manipulações.

No desenvolvimento da otimização das rotas de abastecimento surgiram dificuldades, pois as linhas de montagem constituem-se por máquinas conectadas que não apresentam intervalos com área para percorrer entre postos. Outro entrave foi o facto de as “estradas” serem de sentido único, por questões de segurança, estando as rotas já devidamente estudadas e otimizadas para esses percursos. Portanto apenas foram unidas duas *tournées* para reduzir movimentações e não foi otimizado qualquer outro percurso como planeado inicialmente para este projeto. Tal como referido na análise de resultados, outro obstáculo que despontou ao longo do projeto foi a inicial forte resistência à mudança por parte dos operadores e a dificuldade de lhes inculcar um pensamento de melhoria contínua.

Em conclusão, os principais objetivos propostos numa fase inicial pelo departamento logístico atingiram-se com sucesso, havendo necessidade de uma constante procura pela melhoria de atividades para otimizar cada processo. O investimento efetuado justifica-se no aumento da eficiência dos recursos e na motivação e segurança que todos os colaboradores beneficiam e, consequentemente, nos seus níveis de *performance*.

6.2. Sugestões para trabalhos futuros

As próximas ações após as conclusões do projeto passam pela monitorização e melhoria dos processos implementados. Portanto, considera-se importante continuar a praticar melhoria contínua nesta área da fábrica, com a constante constituição de propostas de projetos.

Uma sugestão a discutir passa pela alteração do método de abastecimento dos componentes pelos diversos postos da linha de montagem, com a integração de um novo colaborador para se dedicar a tempo inteiro com a organização do armazém e abastecimento das estantes móveis rotativas e um outro para realizar as *tournées* de abastecimento no bordo de linha. Embora este facto implique a adição de um novo colaborador, iria libertar a pressão excessiva existente nesta atividade. Está prevista uma mudança de instalação do armazém dos produtos de origem externa das CV com um aumento das distâncias até às linhas de montagem e essa sugestão já foi proposta, para facilitar as operações dos colaboradores e não originar paragens de produção.

Outro trabalho futuro a apostar, embora dispendioso, passa pela utilização de autómatos para o transporte e abastecimento dos produtos de origem externa às respetivas linhas de montagem, estando os postos de bordo de linha devidamente ajustados às exigências dos autómatos. A automatização dos fluxos é o futuro da fábrica, que já apresenta uma razoável taxa de utilização de autómatos inteligentes nos seus processos de transporte. Este processo não implica necessariamente a “eliminação” de pessoas, mas sim a libertação destas para outras atividades na arte do pensamento de modo a se seguir o progresso contínuo.

6.3. Apreciação final

Esta investigação e estudo em ambiente real permitiu constatar a prática de melhoria contínua com utilização de ferramentas *lean*, tendo um impacto positivo no desempenho da organização.

A realização deste projeto facultado pela unidade fabril e a oportunidade de integrar a equipa do progresso logístico forneceu-me conhecimentos e experiência a nível da indústria automóvel e de metodologias de melhoria contínua, nomeadamente ciclo PDCA e automatização de fluxos. O desenvolvimento humano e profissional que esta experiência me proporcionou é um enorme benefício na minha formação. Estou também grato pelo impacto que o meu trabalho causou na equipa e pelas melhorias promovidas na qualidade de trabalho dos colaboradores dos postos analisados.

Bibliografia

- Agência Mazag. (2016). O ciclo PDCA aplicado ao Google Adwords. *Agência Mazag*.
- AICEP. (2016). Indústria automóvel e componentes. *Portugalglobal*, 66.
- Alameen, M., Aljamal, R., & Damrah, S. (2016). A Clarke and Wright Improved Algorithm to Solve the Vehicle Routing and Traveling Salesman Problem. <https://doi.org/10.18311/gjeis/2016/7288>
- Andriolo, A., Battini, D., Persona, A., & Sgarbossa, F. (2016). A new bi-objective approach for including ergonomic principles into EOQ model. *International Journal of Production Research*, 54(9), 2610–2627. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1113324>
- Bae, K. H. G., Evans, L. A., & Summers, A. (2016). Lean design and analysis of a milk-run delivery system: Case study. *Proceedings - Winter Simulation Conference*, (1952), 2855–2866. <https://doi.org/10.1109/WSC.2016.7822321>
- Ballé, M. (2005). *Lean Development. Business Strategy Review*.
- Bao, X., Liu, Z., Yu, W., & Li, G. (2017). A note on approximation algorithms of the clustered traveling salesman problem. *Information Processing Letters*, 127, 54–57. <https://doi.org/10.1016/j.ipl.2017.07.003>
- Battini, D., Boysen, N., & Emde, S. (2013). Just-in-Time supermarkets for part supply in the automobile industry. *Journal of Management Control*, 24(2), 209–217. <https://doi.org/10.1007/s00187-012-0154-y>
- Battini, D., Delorme, X., Dolgui, A., Persona, A., & Sgarbossa, F. (2015). Ergonomics in assembly line balancing based on energy expenditure: a multi-objective model. *International Journal of Production Research*, 7543(October), 1–22. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1074299>
- Bechtsis, D., Tsolakis, N., Vlachos, D., & Iakovou, E. (2017). Sustainable supply chain management in the digitalisation era: The impact of Automated Guided Vehicles. *Journal of Cleaner Production*, 142, 3970–3984. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.057>
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Mazzuto, G., & Paciarotti, C. (2013). Visual Management implementation and evaluation through mental workload analysis. <https://doi.org/10.3182/20130522-3-BR-4036.00065>
- Bicheno, J., & Holweg, M. (2008). *The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation*.
- Bilagi, A. U., & Vasanthakumara, S. A. (2017). Implementation of Lean Principles in the Manufacturing of GEIS-2, XVI(4), 34–52.
- Bititci, U., Cocca, P., & Ates, A. (2015). Impact of visual performance management systems on the performance management practices of organisations. *International Journal of Production Research*, 7543(October), 1–23. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1005770>
- Bititci, U., Cocca, P., & Ates, A. (2016). Impact of visual performance management systems on the performance management practices of organisations. *International Journal of Production Research*, 54(6), 1571–1593. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1005770>
- Borys, M., Milosz, M., & Plechawska-Wojcik, M. (2012). Using Deming cycle for strengthening cooperation between industry and university in IT engineering education program. *2012 15th International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL 2012*, 1–4.

<https://doi.org/10.1109/ICL.2012.6402164>

- Carvalho, J. C. de. (2010). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*.
- Castillo, S. A., del C. Peral Ta Abarca, J., Cruz-Chávez, M. A., Cruz-Martínez, M. H., & Rangel, M. G. M. (2013). Elimination of Incorrect Level (GAP) Between RR Gate and RR Body, Based on Deming Cycle and Statistics Tools - Case Study. *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering*, 11(1), 29–38.
- Da Luz, A., Rodrigues, P., Santos, M. S., Serra, M. C., & Pinheiro, E. M. (2017). A Utilização Do Ciclo PDCA Para Melhoria Da Qualidade Na Manutenção De Shuts. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 9(18), 48–70.
- Daniel, B., Kumar, V., & Omar, N. (2018). Postgraduate conception of research methodology: implications for learning and teaching. *International Journal of Research and Method in Education*, 41(2), 220–236. <https://doi.org/http://doi.org/10.1080/1743727X.2017.1283397>
- De Arruda, A. F. V., & Gontijo, L. M. (2012). Application of ergonomics principles in underground mines through the Occupational Safety and Health Management System - OSHMS OHSAS 18.001:2007. *Work*, 41(SUPPL.1), 4460–4467. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0119-4460>
- Du, T., Wang, F. K., & Lu, P. Y. (2007). A real-time vehicle-dispatching system for consolidating milk runs. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 43(5), 565–577. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2006.03.001>
- Dul, J., & Neumann, W. P. (2009). Ergonomics contributions to company strategies. *Applied Ergonomics*, 40(4), 745–752. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.07.001>
- Emde, S., & Boysen, N. (2012). Optimally locating in-house logistics areas to facilitate JIT-supply of mixed-model assembly lines. *International Journal of Production Economics*, 135(1), 393–402. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.07.022>
- Fan, L., & Deng, J. (2016). Application of lean logistics in engine plant. *2016 Manufacturing and Industrial Engineering Symposium: Innovative Applications for Industry, MIES 2016*. <https://doi.org/10.1109/MIES.2016.7779984>
- Fernández, N., & Ortega, E. (2008). Quality Management in the Information Units at the University of Zulia: Paradigm of Innovation in the Knowledge Society. *TELOS*, 209–236.
- Ferreira, T., & Grolach, I. (2016). Development of an Automated Guided Vehicle Controller Using a Systems Engineering Approach. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(2), 206–217. <https://doi.org/10.7166/27-2-1327>
- Ferreira, T. P., & Grolach, I. A. (2016). Development of an affordable Automated Guided Cart for material handling tasks, 1, 145–150.
- Few, S. (2006). Information Dashboard Design The Effective Visual Communication of Data. *O'REILLY*, 223.
- Fullerton, R. R., & McWatters, C. S. (2001). Production performance benefits from JIT implementation. *Journal of Operations Management*, 19(1), 81–96. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00051-6](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00051-6)
- Garza-Reyes, J. A., Torres Romero, J., Govindan, K., Cherrafi, A., & Ramanathan, U. (2018). A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM). *Journal of Cleaner*

- Production*, 180, 335–348. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.121>
- Gosavi, A., & Grasman, S. E. (2009). Simulation-based optimization for determining AGV capacity in a manufacturing system (pp. 574–578). <https://doi.org/10.13140/2.1.1059.3928>
- Gouveia, L., Leitner, M., & Ruthmair, M. (2017). Extended formulations and branch-and-cut algorithms for the Black-and-White Traveling Salesman Problem. *European Journal of Operational Research*, 262(3), 908–928. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.04.061>
- Henderson, I. (2007). Waste: what does it mean? *Focus Feature*, 3.
- Institute, L. E. (2014). *Muda, mura, muri. Lean Lexicon* (5^a). Lean Enterprise Institute, Inc.
- Jackova, A., & Chadasova, Z. (2011). Cost analysis and method ABC. *Ekonomicko-Manazerske Spectrum*, 5(2011), 103–108.
- Jagusiak-kocik, M. (2017). PDCA cycle as a part of continuous improvement in the production company - a case study. *Production Engineering Archives*, 14, 19–22.
- Jamshidi, H., & Jain, A. (2016). An empirical classification of ABC inventory system with critical items and exponential smoothing weights. *International Journal of Business and Public Administration*, 13(1), 52–61.
- Johansson, P. E., & Osterman, C. (2017). Conceptions and operational use of value and waste in lean manufacturing—an interpretivist approach. *International Journal of Production Research*, 55(23), 6903–6915. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1326642>
- Jones, D., & Ballé, M. (2016). Lean is a people-centric system. *ISE Magazine*, 26–30.
- Jornal das Oficinas. (2014). Aliança Renault-Nissan celebrou 15.º aniversário. *Jornal Das Oficinas*.
- Kadic, E., Bajric, H., & Pasic, M. (2017). Modeling Lead Time Demand in Continuous Review Inventory Systems, 0180–0186. <https://doi.org/10.2507/28th.daaam.proceedings.024>
- Kampf, R., Lorincová, S., Hitka, M., & Caha, Z. (2016). The Application of ABC Analysis to Inventories in the Automatic Industry Utilizing the Cost Saving Effect. *Naše More*, 63(3), 120–125. <https://doi.org/10.17818/NM/2016/SI8>
- Katayama, H., Sawa, K., Hwang, R., Ishiwatari, N., & Hayashi, N. (2014). Analysis and classification of Karakuri technologies for reinforcement of their visibility, improvement and transferability: An attempt for enhancing lean management. In *PICMET 2014 - Portland International Center for Management of Engineering and Technology* (pp. 1895–1906).
- Kesen, S. E., & Baykoç, Ö. F. (2007). Simulation of automated guided vehicle (AGV) systems based on just-in-time (JIT) philosophy in a job-shop environment. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 15(3), 272–284. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2006.11.002>
- Kocsi, B., & Oláh, J. (2017). Potential connections of unique manufacturing and industry 4.0. *LogForum*, 13(4), 389–400. <https://doi.org/10.17270/J.LOG.2017.4.1>
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business and Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Lean Healthcare. (2016). SHIP Lean Training Waste Walk Exercise. *Re-Thinking Healthcare: Improving Patient Care Through Design*.
- Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. *Procedia CIRP*, 16, 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001>

- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*.
- Lin, Y. H., & Lee, C. E. (2001). Total standard WIP estimation method for wafer fabrication. *European Journal of Operational Research*, 131(1), 78–94. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00446-4](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00446-4)
- Liu, J., Liao, X., Zhao, W., & Yang, N. (2016). A classification approach based on the outranking model for multiple criteria ABC analysis. *Omega (United Kingdom)*, 61, 19–34. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.07.004>
- Lorenzi, D., Myers, S., & Dehaven, M. (2016). It's about time. *The Manufacturing Management Show*, 12(4), 34.
- Lu, J. C., & Yang, T. (2015). Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 53(8), 2285–2305. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937009>
- Madanhire, I., & Mbohwa, C. (2016). Application of just in time as a total quality management tool: the case of an aluminium foundry manufacturing. *Total Quality Management and Business Excellence*, 27(1–2), 184–197. <https://doi.org/10.1080/14783363.2014.969909>
- Mentzer, J. T., Stank, T. P., & Esper, T. L. (2008). Supply Chain Management and its Relationship to Logistics, Marketing, Production, and Operations Management. *Journal of Business Logistics*, 29(1), 31–46. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2008.tb00067.x>
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-Time*.
- Naseri, A., & Razminia, E. (2017). The Relationship between Knowledge of Ergonomics and Determinants of Labor Productivity, 4(6), 667–674.
- Ng, W. L. (2007). A simple classifier for multiple criteria ABC analysis. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 344–353. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.11.018>
- Nguyen, T. H., & Wright, M. (2015). Capacity and lead-time management when demand for service is seasonal and lead-time sensitive. *European Journal of Operational Research*, 247(2), 588–595. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.06.005>
- Nightingale, D. (2005). *Fundamentals of Lean*.
- Nomura, J., & Takakuwa, S. (2004). Module-based modeling of flow-type multistage manufacturing systems adopting dual-card kanban system. *Proceedings of the 2004 Winter Simulation Conference*, 1065–1072. <https://doi.org/10.1109/WSC.2004.1371430>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System*.
- Ontario. (n.d.). Waste Walk, 2.
- Opleidingen, R. (2016). Kwaliteitsbewust Handelen.
- Palma-Ferreira, J. (2016). *Renault investe €100 milhões em Cacia e bate número recorde de trabalhadores*. *Expresso*. Retrieved from <http://expresso.sapo.pt/economia/2016-11-17-Renault-investe-100-milhoes-em-Cacia-e-bate-numero-recorde-de-trabalhadores#gs.coj=1el>
- Pedersen, M. R., Nalpantidis, L., Andersen, R. S., Schou, C., Bøgh, S., Krüger, V., & Madsen, O. (2016). Robot skills for manufacturing: From concept to industrial deployment. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 37, 282–291. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2015.04.002>

- Portal Ergonomia no Trabalho. (2000). O que é Ergonomia?
- Prasad, R. D., Kumar, K. V., & Jeevac, P. A. (2016). Systematic layout planning and balancing of engine production processes for after test and after paint assembly lines. *International Journal of Vehicle Structures and Systems*, 8(1), 41–44. <https://doi.org/10.4273/ijvss.8.1.08>
- PwC Portugal. (2017). Automóvel | Indústrias | PwC Portugal.
- R., R., Krumwiede, D. W., & Vokurka, R. J. (2001). The relationship of logistics to supply chain management: developing a common industry definition. *Industrial Management & Data Systems* 101.8, 426–432.
- Ramos Batalha¹, P., Priscila, D., Mejia², M., Em, P.-G., Faculdade, E. –, & Resumo, B. (n.d.). A importância da antropometria para a ergonomia. *Graduada Em Fisioterapia*. Retrieved from http://portalbiocursos.com.br/ohs/data/docs/182/79-A_importYncia_da_antropometria_para_a_ergonomia.pdf
- Rani, D., Saravanan, A. K., Agrewale, M. R., & Ashok, B. (2015). Implementation of Karakuri kaizen in material handling unit. *SAE Technical Papers*, (January). <https://doi.org/10.4271/2015-26-0074>
- Renault. (2017). Groupe Renault, car manufacturer. Retrieved November 18, 2017, from <https://group.renault.com/en/our-company/>
- Renault-Cacia. (2017). Renault Cacia | Fábrica Automóvel | Renault Portugal. Retrieved December 26, 2017, from <https://www.renault.pt/descubra-a-renault/cacia/>
- Renault-Nissan. (2017). The Alliance - Renault Nissan Mitsubishi. Retrieved November 18, 2017, from <https://www.alliance-2022.com/>
- Romelio, C., & Añez, R. (n.d.). Antropometria Na Ergonomia, 1–7.
- Sachdeva, N., Obheroi, R. K., Srivastava, A., & Sk, N. (2017). Diffusion of Industry 4 . 0 in Manufacturing Sector - An Innovative Framework.
- Shimbun, N. K. (1995). Visual control systems. *Oregon: Productivity Press*.
- Shoji, Y., & Kukobo, Y. (2016). PDCA cycle model of drawing process for class placement of liberal arts: The trial work of the IR section at the university of Hyogo. *Proceedings - 2016 5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics, IIAI-AAI 2016*, 513–516. <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2016.189>
- Silveira, C. (2017). 7 desperdícios na produção. *Citisystems*.
- Southworth, T. (2010). Muda, mura, muri. *Printing Lean*, 32–34.
- Steenkamp, L., Hagedorn-Hansen, D., & Oosthuizen, G. (2017). Visual management system to manage manufacturing resources. *Procedia Manufacturing*, 8, 455–462. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.058>
- Stewart, T. (2009). *A look at how the automobile industry uses robots*.
- Stone, S. (2015). Ergonomic Safety Tips for the Warehouse.
- Tanco, M., Santos, J., Rodriguez, J. L., & Reich, J. (2013). Applying lean techniques to nougat fabrication: A seasonal case study. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68(5–8), 1639–1654. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-4960-7>
- Tezel, B. A., Koskela, L. J., & Tzortzopoulos, P. (2009). Visual management ? A general overview.

- 5th International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-V), 642–649.
- Tezel, B., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (1987). Visual management – A general overview. *Iowa Medicine Journal of the Iowa Medical Society*, 77(5), 220–221. Retrieved from <http://usir.salford.ac.uk/10887/>
- Tjell, J., & Bosch-Sijtsema, P. M. (2015). Visual Management in Mid-sized Construction Design Projects. *Procedia Economics and Finance*, 21, 193–200. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00167-7](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00167-7)
- UFPR, D. de E. F.-S. de C. B. (2009). Tipos e Classificação de Ergonomia.
- Vadhvani, M. D., & Bhatt, M. G. (2017). Application of Lean Principles in Indian Service Sector : Exploratory Analysis, 58(3).
- Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 – A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034>
- Vink, P., Koningsveld, E. A. P., & Molenbroek, J. F. (2006). Positive outcomes of participatory ergonomics in terms of higher comfort and productivity. *Applied Ergonomics*, 37(2006), 537–546.
- Wilson, L. (2010). *How to implement Lean -Manufactuing*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Wisner, A. (1987). A análise da atividade em trabalhos complexos. *Por Dentro Do Trabalho: Ergonomia, Método E Técnica*.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (2nd Editio).
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that changed the World*.
- Xu, Y., & Chen, M. (2016). Improving Just-in-Time Manufacturing Operations by Using Internet of Things Based Solutions. *Procedia CIRP*, 56, 326–331. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.10.030>
- Yin, Y., Cheng, S. R., Cheng, T. C. E., Wang, D. J., & Wu, C. C. (2016). Just-in-time scheduling with two competing agents on unrelated parallel machines. *Omega (United Kingdom)*, 63, 41–47. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.09.010>
- Zammori, F., Braglia, M., & Castellano, D. (2016). Just-in-time parts feeding policies for paced assembly lines: Possible solutions for highly constrained layouts. *International Transactions in Operational Research*, 23(4), 691–724. <https://doi.org/10.1111/itor.12173>

Anexos

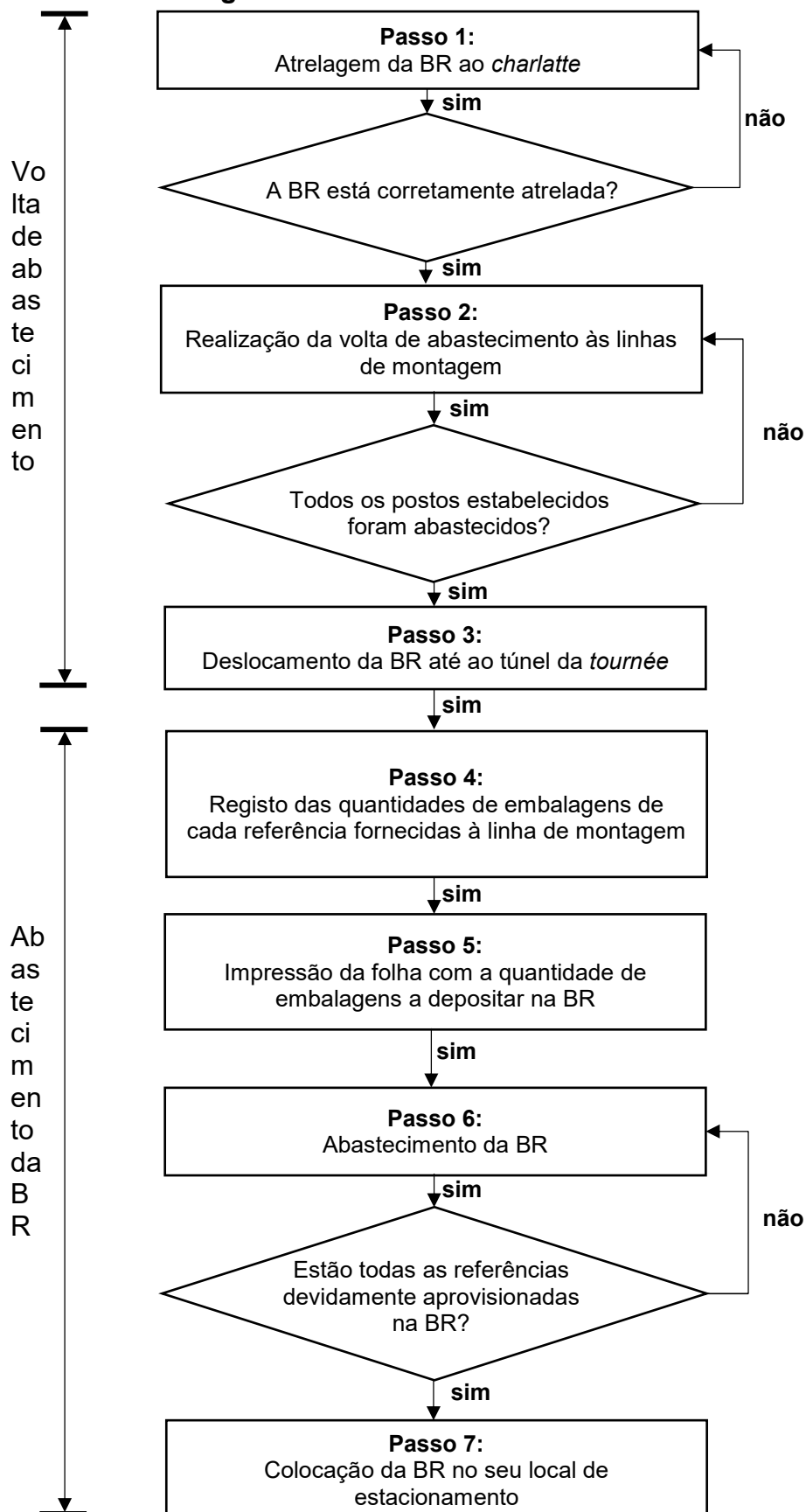
Anexo A- Dados Análise ABC dos valores de produção

Produto	% Produção	% Produção Acumulada	% Valor da Receita	% Receita Acumulada	Classificação
Caixas de Velocidade JR+ND	16,07%	16,07%	81,7%	81,70%	A
Semelle	12,51%	28,58%	6,6%	88,31%	B
Tampa Culassa	13,06%	41,64%	3,5%	91,84%	B
Bombas de óleo K	21,76%	63,40%	2,5%	94,36%	B
Carter Dist.	6,24%	69,63%	1,8%	96,21%	B
AEQ	3,97%	73,60%	1,5%	97,74%	C
Chapeaux Palier	16,86%	90,46%	1,5%	99,26%	C
BSE	9,54%	100,00%	0,7%	100,00%	C

Anexo B- FOS: Abastecimento dos POE's às linhas de montagem

[illegible]

Anexo C- Fluxograma: Passos da atividade da volta de abastecimento



Anexo E– Ficha de Melhoria *Standard*: Implementação de uma estante móvel rotativa



MELHORIA

Nº

608

Tema
Ergonomia

CA	CUET	IS
Luís Vara		

20-fev-18

Elaborado por: Fernando Rolo

Linha : Caixas de Velocidades
Operação : Construção de uma estante

Ganho anual :
Organização da UET

ANTES



Problema:

Ergonomia e acondicionamento incorretos no abastecimento de POE's na T29 JR.

DEPOIS



Melhoria:

Construção de uma estante dedicada à T29 JR (com incorporação de referências da Sofrastock).

Anexo F- Ficha de Melhoria *Standard*: Reorganização dos supermercados

	MELHORIA N° 722	Tema	CA	CUET	IS
		Ergonomia/Organização	Luis Vara		
10-abr-18	Elaborado por: Fernando Rolo	Linha : Caixas de Velocidade Operação : Organização Armazém	Ganho anual : Organização da UET		
ANTES		DEPOIS			
					
Problema: Ergonomia, organização e alocação das novas embalagens da T29		Melhoria: Alocação das embalagens afetas à antiga T291 na zona da T29, criando um nível de aprovisionamento.			

	MELHORIA N° 721	Tema	CA	CUET	IS
		Ergonomia/Organização	Luis Vara		
10-abr-18	Elaborado por: Fernando Rolo	Linha : Caixas de Velocidade Operação : Organização Armazém	Ganho anual : Organização da UET		
ANTES		DEPOIS			
					
Problema: Ergonomia, organização e deformação das embalagens de cartão.		Melhoria: Realocação das embalagens afetas à T291 noutra local e aproveitamento do espaço vazio para alocação das embalagens sobrepostas às outras.			

Anexo G- Quadros dinâmicos de Gestão Visual e de Gestão de Sucata

TÚNEL 8H		TÚNEL A		
TÚNEL B		2	3	4
14	8200188432	322806946R	322806946R	
13	8200142188	326017N608	7701716626	
12	8200165458	326047N60A		
11	820065351	326047N628	7701716625	
10	8200142177	328496152R		
9	8200073108	7700113726		8200764597
8	8200072718R			
7	8200071809			
6	8200071805			
5	8200071803			
4	8200071801			
3	8200071799			
2	8200071797			
1	8200071795			

Antes da alteração do túnel A-B

Após a alteração do túnel A-B



MELHORIA

Nº 649

08-mar-18

Elaborado por: Fernando Rolo

Lin

Op

ANTES



Problema:

Quadro informativo da gestão de sucata encontra-se em mau estado (cravejado e com sujidade).

TÚNEL A/B 8H		TÚNEL B		
TÚNEL B		2	3	4
14	8200188432	322806946R	322806946R	
13	8200142188	326017N608	7701716626	
12	8200165458	326047N60A		
11	820065351	326047N628	7701716625	
10	8200142177	328496152R		
9	8200073108	7700113726		8200764597
8	8200072718R			
7	8200071809			
6	8200071805			
5	8200071803			
4	8200071801			
3	8200071799			
2	8200071797			
1	8200071795			

Layout Armazém

Colocação de um quadro novo para frente ao relógio d

Anexo H- Ficha de Melhoria *Standard*: Alteração do posto de abastecimento



MELHORIA

Nº 758

Tema
Ergonomia / Organização / Capacidade da linha

CA	CUET	IS
Luís Vara		

23-abr-18

Elaborado por: Fernando Rolo

Linha : Caixas de Velocidade
Operação : Organização Posto

Ganho anual :
Organização da UET

ANTES



DEPOIS



Problema:

Falta de capacidade para abastecer todas as embalagens necessárias - Paragem de produção

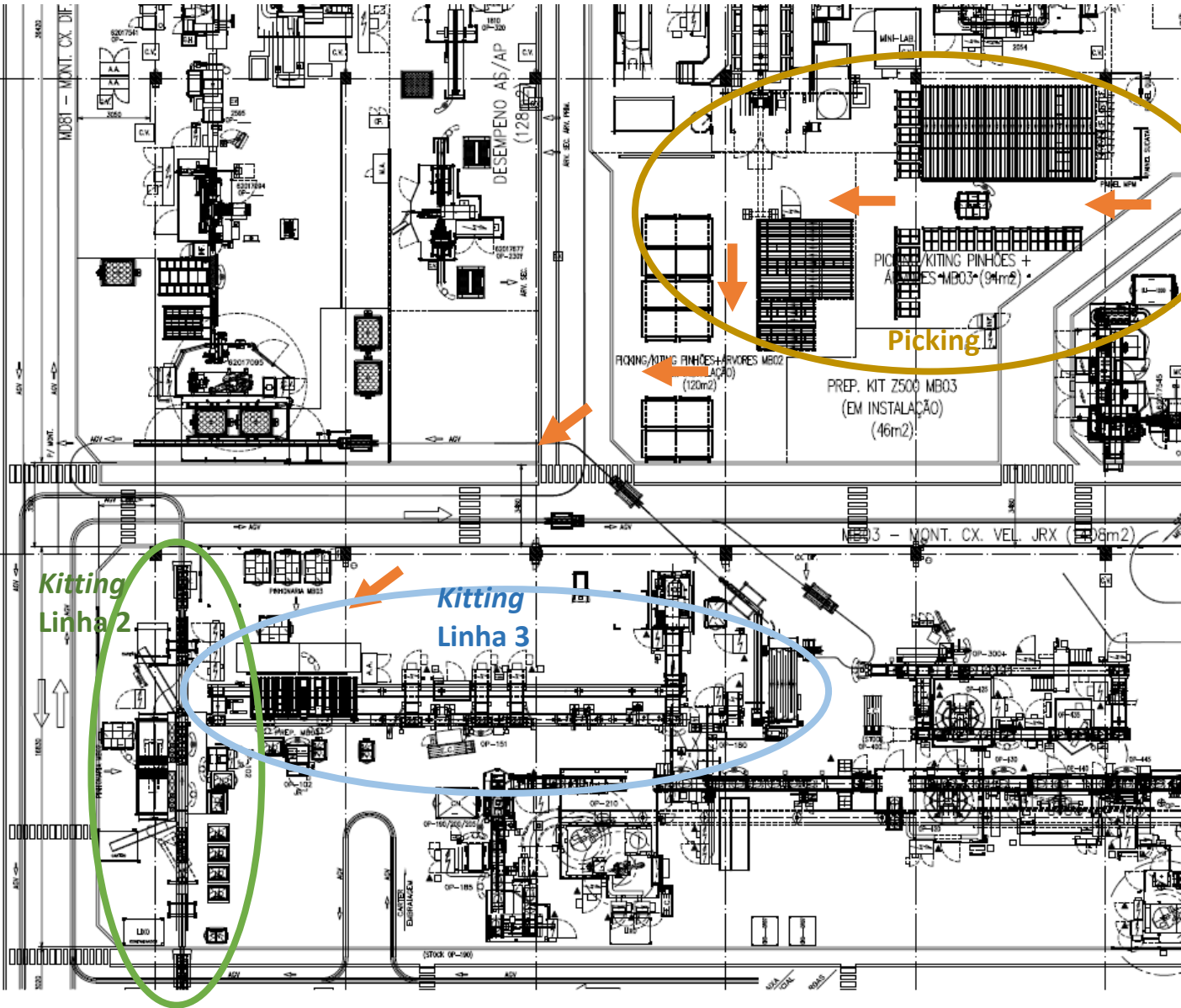
Melhoria:

Construção de um nível na estante dedicado para abastecer as embalagens restantes.

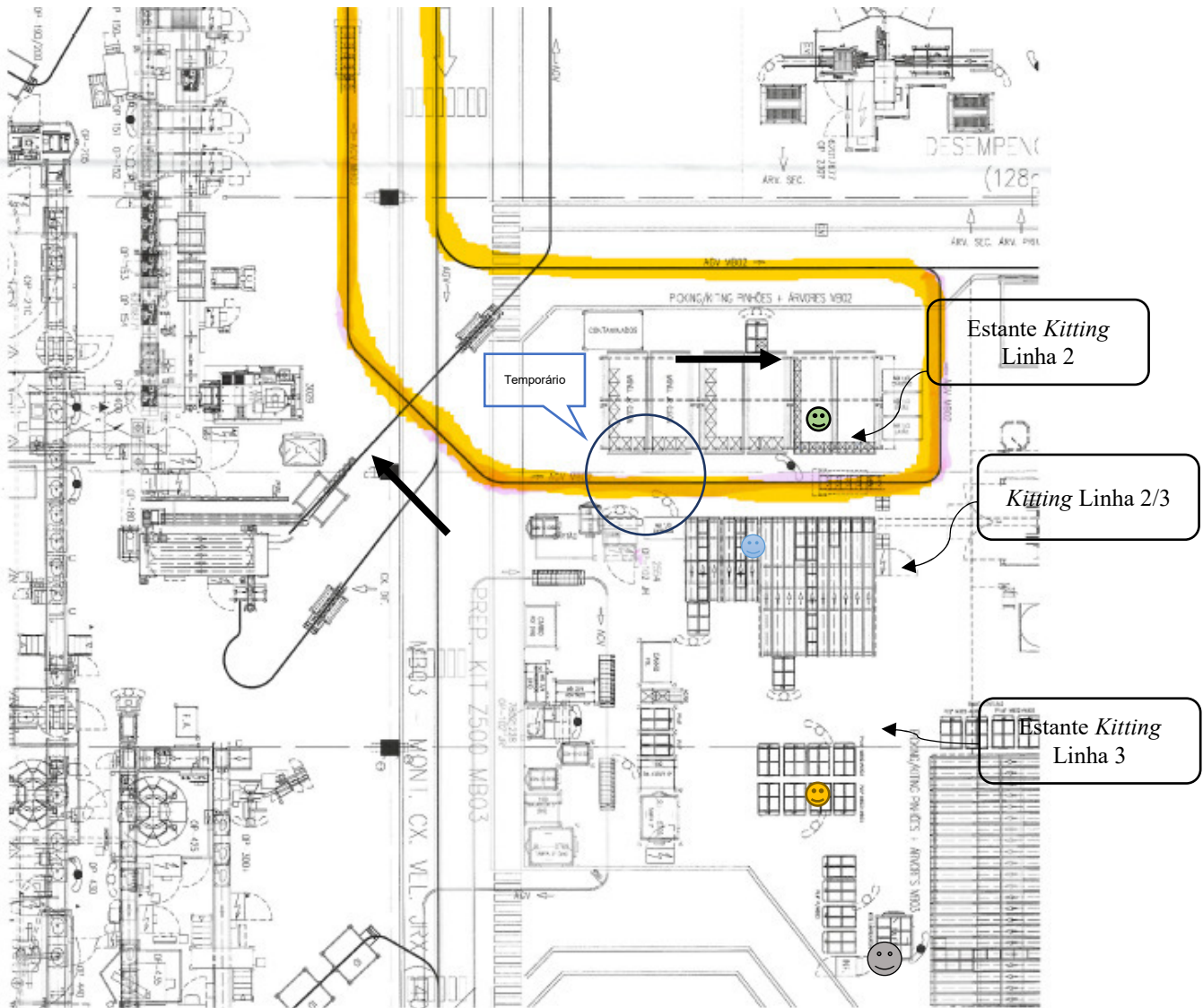
Anexo I- Quadro análise da atividade do operador no *picking*

	Line 2		Line 3	
	Average Time (s)	Total (s)	Average Time (s)	Total (s)
Print OF	4		4,25	
Pick ordered references	169		160,75	
WIP in the waiting line	3600		7200	
Print another OF	15,5	4107	18,5	7736,5
Put in kitting shelf L2/L3	318,5		353	
Select OF references to the pallets	No interest		No interest	
Unblock conveyor	No interest		No interest	

Anexo J- Layout inicial Picking



Anexo K - Projeto *picking* futuro com sistema AGV



Operador Logístico POU



AGV



Operador Kitting



Operador Logístico POE



Operador Retificação